

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**LA POBLACIÓN RESIDENTE DE DELFINES NARIZ DE BOTELLA
(*Tursiops truncatus*) ECOTIPO COSTERO EN EL GOLFO DULCE, COSTA
RICA: ASPECTOS ECOLÓGICOS Y SOCIO-ECONÓMICOS PARA UNA
GESTIÓN INTEGRADA DEL RECURSO**

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en
Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales para optar al grado y título de
Maestría Académica en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales

Juan Diego Pacheco Polanco

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica
2016

DEDICATORIA

*"Lentamente muere el que abandona
un proyecto antes de iniciarlo"*

A Eduardo Pacheco Alfaro y Clara Polanco de León

Mis raíces e inspiración de vida.....

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a los miembros de mi comité asesor, Álvaro Morales Ramírez, Juan Bautista Chavarría Chaves y José Antonio Vargas Zamora, por sus aportes durante la elaboración de este proyecto; al Dr. Álvaro Morales Ramírez director de tesis por su guía y aportes en la revisión de este documento.

Un especial agradecimiento al señor Lenin Enrique Oviedo Correa por su guía durante todo el proceso de investigación y elaboración de este documento, por todos sus consejos y recomendaciones esgrimidos a este documento; a David Herra Miranda por todo su apoyo durante el trabajo de campo y el proceso de análisis de datos, así como al señor Alejandro Acevedo Gutiérrez quien amablemente me facilitó sus datos del periodo 1991 a 1992 para ser integrados a esta investigación.


A nuestro capitán Marco Loaiziga (Taboga), Azucena Herra Miranda y Jorge Medina de nuestra base de investigación El Chontal Eco-lodge, por todo su apoyo y amistad durante todos estos años. A Inelca Barker Meza por su constante motivación, cariño y amor, durante todo este proceso de tesis.

Les agradezco a todos los voluntarios de diferentes nacionalidades (Costa Rica, Venezuela, Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemania, Australia, Nueva Zelanda y Japón) que colaboraron durante el trabajo de campo recolectando toda la información utilizada para la elaboración de esta investigación.

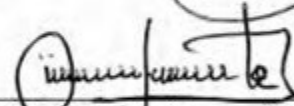
Otorgo el debido reconocimiento a las instituciones que me han venido brindando el apoyo financiero: International Student Volunteers, Earthwatch Institute, The Society of Marine Mammology y Cetacean Society International.

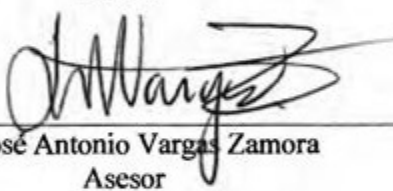
MIEMBROS DEL TRIBUNAL

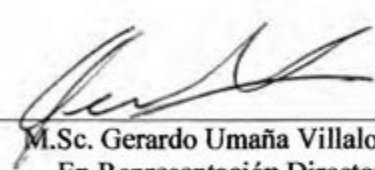
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Posgrado en Gestión Integral de Áreas Costeras Tropicales de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y al título de Maestría Académica en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales.

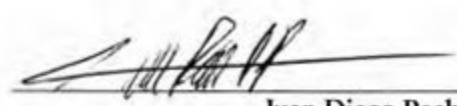

Dr. Manuel M. Murillo Castro En Representación Decano
Sistema de Estudios de Postgrado

Dr. Álvaro Morales Ramírez
Director de tesis


Msc. Juan Bautista Chavarría Chaves
Asesor


Dr. José Antonio Vargas Zamora
Asesor


M.Sc. Gerardo Umaña Villalobos
En Representación Director
Programa de Posgrado en Gestión Integrada de Áreas Costeras Tropicales


Juan Diego Pacheco Polanco
Candidato

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	III
ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ACRÓNIMOS	XI
RESUMEN	1
ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y USO DE HÁBITAT DEL DELFÍN NARIZ DE BOTELLA (<i>TURSIOPS TRUNCATUS</i>) ECOTIPO COSTERO DEL GOLFO DULCE, COSTA RICA: UN INSTRUMENTO DE GESTIÓN PARA EVALUAR LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL	2
1 INTRODUCCIÓN.....	2
2 MATERIALES Y MÉTODOS	5
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	5
2.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	6
2.3 REGISTRO DE FOTO-IDENTIFICACIÓN.....	7
2.4 MUESTREO ETOLÓGICO	8
2.5 ACTIVIDADES HUMANAS EN GOLFO DULCE:	9
2.6 ANÁLISIS DE DATOS.....	9
2.6.1 <i>Tamaño poblacional y estimación del porcentaje de individuos con lesiones dérmicas de <i>T. truncatus</i> ecotipo costero mediante método de marcaje (captura/recaptura).</i>	9
2.6.2 <i>Modelos demográficos</i>	11
2.6.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE <i>T. TRUNCATUS</i> ECOTIPO COSTERO	12
2.6.3.1 <i>Distribución de uso de hábitat</i>	12
2.6.4 ESTIMACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL	14
2.6.4.1 <i>Actividades humanas en Golfo Dulce:</i>	14
2.6.4.2 <i>Índices de degradación ambiental:</i>	14
3 RESULTADOS.....	17

3.1 ABUNDANCIA Y TAMAÑO POBLACIONAL DE T. TRUNCATUS MEDIANTE MÉTODO DE CAPTURA-RECAPTURA.....	17
3.2 ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS DE T. TRUNCATUS ECOTIPO COSTERO CON LESIONES DÉRMICAS MEDIANTE MÉTODO DE CAPTURA-RECAPTURA.....	21
3.3 CONDUCTA DE T. TRUNCATUS ECOTIPO COSTERO EN GOLFO DULCE	21
3.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE USO DE HÁBITAT DE T. TRUNCATUS ECOTIPO COSTERO.....	22
3.5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE T. TRUNCATUS AFECTADOS CON LESIONES DÉRMICAS.....	29
3.6 ESTIMACIÓN DE LOS ÍNDICES DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL	30
4 DISCUSIÓN.....	32
5. LITERATURA CITADA	39
CAPÍTULO II	52
VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO CETÁCEOS EN GOLFO DULCE: UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN	52
1. INTRODUCCIÓN.....	52
2. MATERIALES Y MÉTODOS	54
2.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	54
2.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	55
2.3 ANÁLISIS DE DATOS.....	56
2.3.1 Costo de viaje	56
2.3.2 Costo de relocalización	57
2.3.3 Análisis costo-beneficio	58
3. RESULTADOS.....	58
3.1 INFORMACIÓN GENERAL DE LOS HABITANTES DE PUERTO JIMÉNEZ	58
3.2 INFORMACIÓN GENERAL DE LOS TURISTAS QUE VISITAN GOLFO DULCE	62
3.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO CETÁCEOS EN GOLFO DULCE	67
4. DISCUSION	69
5. LITERATURA CITADA	73
CAPÍTULO III.....	79
HÁBITATS CRÍTICOS EN CETÁCEOS DE GOLFO DULCE: ESTRATEGIA PARA SU PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN.....	79

1.	INTRODUCCIÓN.....	79
2.	OBJETIVOS DEL ÁREA PROPUESTA	81
3.	DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA	81
4.	DESCRIPCION DE LOS RECURSOS QUE BUSCA PROTEGER.....	82
5.	DESCRIPCION DE LOS USOS DEL AREA.....	85
6.	NORMATIVA JURÍDICA	88
7.	PRINCIPALES AMENAZAS PARA LA CONSERVACION, GESTIÓN Y MANEJO DEL AREA PROPUESTA	93
8.	LIMITES, OBJETIVOS Y CONDICIONES DE USO DEL ÁREA PROPUESTA.....	94
9.	REGULACIÓN DE ACTIVIDADES HUMANAS DENTRO DEL ÁREA MARINA PROTEGIDA 96	
10.	EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS Y HUMANOS REQUERIDOS PARA LA CREACION DEL ÁREA PROPUESTA	98
11.	CONCLUSIONES GENERALES	100
12.	RECOMENDACIONES GENERALES	101
13.	LITERATURA CITADA	102
	ANEXO	109

ÍNDICE DE CUADROS

CAPITULO I

CUADRO 1.1 Estados de comportamiento utilizados en la identificación de las actividades realizadas por los delfines nariz de botella (<i>T. truncatus</i>) en Golfo Dulce (Sheneider, 1999).....	08
CUADRO 1.2. Categorías utilizadas para la clasificación de las imágenes digitales.....	10
CUADRO 1.3. Nivel distintivo de las aletas dorsales utilizado en el proceso de foto-identificación.....	11
CUADRO 1.4. Actividades humanas que causan degradación medio ambiental en Golfo Dulce. Cuando no existe disturbio por parte de una actividad humana el valor es de 0. (Spongberg y Davis 1998, Umaña 1998, Spongberg 2004 ^a , Spongberg 2004b, García <i>et al.</i> 2006, MINAET 2008).....	15
CUADRO 1.5. Clasificación del índice de degradación ambiental.....	17
CUADRO 1.6. Tamaño poblacional de <i>T. truncatus</i> en temporadas (lluvia/seca) y años 1991-1992 (Acevedo & Matthews, 2005), 2011-2013 (esta investigación), basado en un modelo de cierre demográfico por estimados modificados de Lincon Petersen.....	17
CUADRO 1.7. Parámetros de la distribución de uso de hábitat para datos de presencia/ausencia (2011-2014) de <i>T. truncatus</i> ecotipo costero, se incluye la extensión en área (km ²) de cada contorno, Golfo Dulce, Costa Rica.....	24
CUADRO 1.8. Parámetros de la distribución de uso para datos de presencia/ausencia (2011-2015) de <i>T. truncatus</i> ecotipo costero, se incluye la extensión en área (km ²) de cada contorno, Golfo Dulce, Costa Rica.....	25
CUADRO 1.9. Individuos catalogados en 1991 -1992 (Acevedo & Matthews, 2005), así como en 2011-2013 (esta investigación).....	28
CUADRO 1.10. Índices de degradación del ecosistema marino y costero de Golfo Dulce, en las seis áreas muestreadas. El índice de degradación global es la sumatoria de los índices obtenidos en cada categoría.....	31
CUADRO 1.11. Correlación no paramétrica de rho de Spearman (Wayne, 1990) entre la presencia y ausencia (P/A) de individuos afectados con LLD y los índices de degradación ambiental de cada una de las categorías (Calidad de agua, Modificación de Hábitat, Asentamientos Humanos y el Global).....	32
CAPITULO II	
CUADRO 2.1. Criterios de selección de las comunidades costeras aptas para aplicar las encuestas estructuradas.....	54
CUADRO 2.2. Gasto promedio en que incurre un turista durante su visita a Golfo Dulce.....	65

CUADRO 2.3. Detalle de la actividad de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.....	65
CUADRO 2.4. Gasto promedio mensual en que incurren los tour-operadores que realizan actividades de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.....	65
CUADRO 2.5. Costo total de operación de la actividad de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.....	66
CUADRO 2.6. Beneficio económico recibido por la comunidad costera de Puerto Jiménez.....	66
CAPITULO III	
CUADRO 3.1. Usos actuales del área propuesta.....	82
CUADRO 3.2. Categorías de manejo que aplican para la creación de Áreas Marinas Protegidas en Costa Rica, de acuerdo con las definiciones del artículo 70 del Reglamento de la Ley de Biodiversidad.....	86
CUADRO 3.3. Normativa Legal de las Áreas Marinas de Pesca Responsable.....	88
CUADRO 3.4. Propuesta de zonificación de la Reserva Marina.....	91
CUADRO 3.5. Actividades humanas a ser reguladas, limitadas y prohibidas en las distintas áreas núcleo, de amortiguamiento y transición de la Reserva Marina.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

- FIGURA 1.1. Distribución del esfuerzo de muestreo en Golfo Dulce, bajo una escala cualitativa en celdas de 1600 x 1600 m (n=1293), donde el esfuerzo máximo en una celda correspondió a 96 horas y 298 kilómetros recorridos. Los puntos muestran los avistamientos de cetáceos (2005-2014), en donde se incluyen los del delfín nariz de botella (*T. truncatus*).....06
- FIGURA 1.2. Curva de descubrimiento de la población de *T. truncatus* de Golfo Dulce: 1991-1992 (Acevedo & Matthews, 2005), 2011-2013 (Esta investigación).....19
- FIGURA 1.3. Comunidad residente de *T. truncatus* en el Golfo Dulce, el periodo 1991-1992 (Acevedo & Matthews, 2005), se denota con barras de color rojo, mientras que el periodo 2011-2013 se denota con barras azules, los individuos residentes se enmarcan por la sombra verde.....20
- FIGURA 1.4. Individuos observados con lesiones dérmicas dentro de la población de *T. truncatus* de Golfo Dulce.....21
- FIGURA 1.5. Presupuestos de actividad del delfín nariz de botella para *T. truncatus* en temporada seca y lluviosa en Golfo Dulce.....22
- FIGURA 1.6. Distribución espacial de *T. truncatus* para el periodo 2005-2014. El rango hogar es denotado por el contorno celeste claro, mientras que el hábitat crítico de alimentación en verde oscuro.....23
- FIGURA 1.7. Distribución espacial de *T. truncatus* basado en una matriz de presencia- ausencia para la temporada seca y lluviosa.....26
- FIGURA 1.8. Distribución de uso de *T. truncatus* ecotipo costero en Golfo Dulce, durante la época seca y lluviosa; el rango hogar es denotado por el contorno celeste claro, mientras que el hábitat crítico de alimentación en verde oscuro.....27
- FIGURA 1.9. Distribución espacial del historial de recapturas de GD017/TtGD028. El registro más actual corresponde a la temporada seca 2014-2015.....28
- FIGURA 1.10. Distribución Espacial de individuos con lesiones dérmicas similares a las producidas por Lobomycosis en Golfo Dulce, el área núcleo es denotado con color naranja y la distribución general con color amarillo.....30

CAPITULO II

- FIGURA 2.1. Zona de estudio en Golfo Dulce. Los puntos amarillos muestran las áreas donde se aplicaron las encuestas a turistas y habitantes locales, el área urbana de Puerto Jiménez se muestra en rojo.....53
- FIGURA 2.2. Índice de Inmigración de los habitantes la comunidad de Puerto Jiménez.....57
- FIGURA 2.3. Rango de edad de los habitantes de la comunidad costera de Puerto Jiménez.....58
- FIGURA 2.4. Estado civil de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez.....58

FIGURA 2.5. Índice laboral de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez.....	59
FIGURA 2.6. Percepción local de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez sobre la importancia de los cetáceos en Golfo Dulce.....	60
FIGURA 2.7. Percepción del beneficio recibido por la comunidad de Puerto Jiménez por la presencia de Cetáceos en Golfo Dulce.....	60
FIGURA 2.8. Región de procedencia de los visitantes que realizan actividades de observación de cetáceos en Golfo Dulce.....	61
FIGURA 2.9. Rango de edad de los turistas que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.....	62
FIGURA 2.10. Relación parental de los turistas que realizan observación de ballenas y delfines en Golfo Dulce.....	62
FIGURA 2.11. Índice laboral de los turistas que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.....	63
FIGURA 2.12. Medio de transporte utilizado por los turistas para trasladarse a Golfo Dulce para realizar actividades relacionadas al avistamiento de cetáceos.....	63
FIGURA 2.13. Alojamiento utilizado por los turistas que visitan Golfo Dulce para realizar actividades relacionadas al avistamiento de cetáceos.....	64
FIGURA 2.14. Lugares donde realizan sus comidas los turistas que visitan Golfo Dulce para realizar actividades relacionadas al avistamiento de cetáceos.....	64
FIGURA 2.15. Costo de relocalización de la actividad de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce, la cual se encuentra basada en un aumento de \$50/h.....	67
CAPITULO III	
FIGURA 3.1. Mapa batimétrico del área propuesta.....	78
FIGURA 3.2. Hábitats críticos de alimentación de las especies residentes de delfines manchados (<i>S. attenuata</i>) y nariz de botella (<i>T. truncatus</i>) ecotipo costero en Golfo Dulce.....	80
FIGURA 3.3. Hábitats críticos de reproducción y crianza de la especie migratoria de ballena jorobada (<i>M. novaeangliae</i>) en Golfo Dulce.	81

ACRÓNIMOS

AMP: Áreas Marinas Protegidas

AMPR: Áreas Marinas de Pesca Responsable

AMUM: Áreas Marinas de Usos Múltiples

ANNR: Índice promedio del vecino más cercano.

CIMAR: Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología

CS: Cantidad de salidas al mar a avistar cetáceos.

CT: Costo Total

DU: Distribución probabilística que incorpora la localización espacial de un individuo en diferentes puntos de una escala temporal.

EP: Estadía Promedio

GD: Golfo Dulce

GDI: Gastos Directos

GI: Gastos indirectos

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

ICT: Instituto Costarricense de Turismo

INCOPECA: Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura

IT: Ingreso Total

IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

JICA: Agencia de Cooperación Internacional de Japón

JUDESUR: Junta de Desarrollo Regional de la Zona Sur

KDE: Estimado de densidad de Kernel

LLD: Lesiones dérmicas similares a las producidas por *Lacaziosis*

LSCV: Método de estimación de Kernel adaptativo con validación cruzada por mínimos cuadrados.

MB: Mantenimiento de las Embarcaciones

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía

OPS: Operadores Turísticos

PBI: Producto Interno Bruto

PTO: Pacífico Oriental Tropical

PUB: Precio Promedio del boleto

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

SP: Salario Promedio

USD: Dólares Americanos

WWS: Número total de Turistas

Z max: Profundidad Máxima

RESUMEN

Golfo Dulce se caracteriza como un "fiordo" tropical, producto de la restringida circulación de sus masas de agua que ocasiona periodos de anoxia similares a los encontrados en los fiordos europeos. Este sistema marino es considerado como el sitio costero de mayor biodiversidad marina de nuestro país, lo que se refleja en el patrón de diversidad de cetáceos, que incluye a la población más importante de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) ecotipo costero y la mejor estudiada del país, con registros de su presencia desde 1991 hasta la fecha. Esta población se encuentra expuesta a una serie de amenazas de origen antropogénico, que la hacen una población vulnerable y a largo plazo ocasionar una disminución en su población, de la cual dependen las comunidades costeras de la región.

Esta investigación evalúa el estado de degradación ambiental de GD, utilizando como bioindicador a la población de *T. truncatus*, por medio de la estimación de su abundancia, distribución, uso de hábitat, impactos antropogénicos que afectan a esta población y el valor económico del recurso, para generar estrategias integrales para la adecuada gestión de este recurso natural. Durante el periodo 2005-2014, se colectaron 276 registros de *T. truncatus*, que se complementaron con 69 muestreos de foto-identificación y con 24 muestreos en los márgenes de los ríos (Rincón, Esquinas, Coto-Colorado, Tigre y Platanares), para identificar las actividades humanas, como en la comunidad costera de Puerto Jiménez para valorar económicamente el recurso durante el periodo 2011-2013.

Los resultados muestran que esta es una población de hábitos costeros, que usa las desembocaduras de los ríos como hábitats críticos de alimentación. Esta población de aproximadamente 120 animales se comporta como una meta-población, donde probablemente Golfo Dulce es la zona de agregación núcleo (recurso), con una comunidad residente estimada de 36 individuos, que se ha mantenido homogénea durante el tiempo (1991-2014).

Esta población se encuentra expuesta a una serie de impactos ambientales, que han incidido en la presencia de lesiones dérmicas similares a las producidas por *Lacaziosis* (LLD), con un porcentaje de 9.7% de la población con este padecimiento, que utiliza las desembocaduras de los ríos que drenan a la cuenca externa como hábitats críticos de alimentación. Estas áreas al ser evaluadas mediante un modelo predictivo de degradación ambiental desarrollado para este sistema marino-costero, mostraron síntomas de degradación de moderada a alta con índices de degradación de entre 6.8 a 7.

El restringido rango geográfico que utiliza esta población y la fuerte dependencia a características ambientales específicas (de estructura y recursos disponibles), la hace vulnerable a la pérdida y degradación de su hábitat. Esto pone en riesgo su supervivencia, incluso hasta afectar a la industria de observación de cetáceos local, la cual se encuentra en crecimiento con un beneficio económico estimado de alrededor de \$ 6,7 millones.

A nivel de manejo y gestión del recurso, es clave que se integre la noción y relevancia de los hábitats críticos, en propuestas de protección mediante la implementación de una categoría de manejo (Reserva Marina) que contemple este aspecto, particularmente de especies de gran importancia para las operaciones locales de observación de cetáceos.

CAPÍTULO I

ABUNDANCIA, DISTRIBUCIÓN Y USO DE HÁBITAT DEL DELFÍN NARIZ DE BOTELLA (*TURSIOPS TRUNCATUS*) ECOTIPO COSTERO DEL GOLFO DULCE, COSTA RICA: UN INSTRUMENTO DE GESTIÓN PARA EVALUAR LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL

1 INTRODUCCIÓN

El delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) ha sido estudiado intensivamente en numerosas localidades alrededor del mundo, y es una de las 85 especies de cetáceos mejor estudiadas (Bearzi *et al.*, 2008, Lodi *et al.*, 2008, Vermeulen & Cammareri, 2009). El género *Tursiops* posee una distribución cosmopolita, con presencia en zonas tropicales y subtropicales alrededor del mundo. La gran plasticidad conductual y ecológica le ha permitido adaptarse tanto a ambientes oceánicos como costeros, incluyendo bahías, estuarios y quebradas maréales (Hale *et al.*, 2000, Mann *et al.*, 2000a, Ingram & Rogan, 2002, Möller *et al.*, 2002, Miller, 2003, Mattson *et al.*, 2005, Bearzi, 2005a, Bearzi, 2005b, Natoli *et al.*, 2005, Mattos *et al.*, 2007, Bearzi *et al.*, 2008, Genov *et al.*, 2008, Tezanos-Pinto *et al.*, 2009, Vermeulen & Cammareri, 2009, Dick & Hines, 2011, Fernández *et al.*, 2011, Laska *et al.*, 2011). Se reconocen dos especies dentro de este género *T. truncatus* y *T. aduncus*, esta última restringida a zonas costeras de los océanos Índico y Pacífico Occidental (Hale *et al.*, 2000, Mann *et al.*, 2000a, Möller *et al.*, 2002, Gowans *et al.*, 2008, Tezanos-Pinto *et al.*, 2009).

La distribución espacial y la abundancia son componentes claves en el estudio de las relaciones entre especies/poblaciones y su hábitat (Krausman, 1999). Entender la dinámica de una población es esencial para definir como dicha población usa los recursos que ofrece un hábitat particular y así sustentar las posibles preferencias que determinan el uso de los recursos discretos y locales (Hall *et al.*, 1997). Es importante detallar la información sobre tamaño poblacional, patrón de reclutamiento y supervivencia. La comprensión de los factores que influyen en estos procesos aumenta el conocimiento sobre la evolución, la ecología y el comportamiento de la población ayudando en la formulación de medidas

eficaces de conservación (Wells & Scott, 1990, Silva *et al.*, 2009). Uno de los métodos tradicionalmente utilizados en el estudio de la abundancia y estructura poblacional en mamíferos marinos es mediante la identificación de sus marcas naturales presentes en el tejido conectivo de la aleta dorsal, utilizadas por décadas para su identificación (Wursig & Jeffersson, 1990). Estas marcas no varían durante su ciclo de vida, y son utilizadas para la identificación y monitoreo de los individuos que conforman una población (Silva *et al.*, 2009, Speakman *et al.*, 2010).

Golfo Dulce ha sido reconocido como un ambiente oceanográfico único en todo el Pacífico Oriental Tropical (PTO) , producto de la restringida circulación que ocasiona periodos de anoxia similares a los encontrados en los fiordos europeos (Richard *et al.*, 1971, Vargas & Wolf, 1996, Acevedo & Burkhart, 1998, Cubero-Pardo, 1998, Quesada & Morales, 2006, Svendsen *et al.*, 2006, Oviedo, 2007, Oviedo, 2008, Oviedo *et al.*, 2015), por lo que se caracteriza como un "fiordo" tropical, aunque de origen tectónico (Svendsen *et al.*, 2006). Es considerado como uno de los puntos calientes de biodiversidad marina en nuestro país (Fonseca, 2006), con un 21, 5% de la biodiversidad marina costera de Costa Rica (Morales-Ramírez, 2011). Esto se refleja en el patrón de diversidad de cetáceos (May-Collado *et al.*, 2005, Oviedo *et al.*, 2015). En Golfo Dulce, once especies de cetáceos han sido reportadas (Oviedo *et al.*, 2015), sin embargo, resaltan particularmente las poblaciones simpátricas de delfines nariz de botella (*T. truncatus*) y delfines manchados pantropicales (*Stenella attenuata*) que son avistados frecuentemente (Oviedo, 2007, 2008), consideradas como especies residentes (Acevedo & Burkhart, 1998).

En las desembocaduras de los ríos que drenan hacia este sistema marino, se han reportado niveles de entre moderados a altos de metales traza y bifénilos policlorinados asociados a un crecimiento demográfico acelerado, acompañado de una alta deforestación que se encuentra relacionada con prácticas agrícolas y desarrollo costero (Spongberg & Davis, 1998, García-Céspedes *et al.*, 2004, Spongberg, 2004a, Spongberg, 2004b), ampliamente conocidos por su efecto inmunosupresor. Las lesiones dérmicas en delfinidos y en otras especies de pequeños cetáceos son causadas por virus, bacterias, protozoos y hongos. Su incidencia y gravedad parece estar asociadas a factores naturales y

antropogénicos, tales como modificación y degradación del hábitat, sobreexplotación, y cambio climático (Harzen & Brunnick, 1997, Wilson *et al.*, 1999, Moore, 2008, Kiszka *et al.*, 2009, Van Bresseem *et al.*, 2009, Daura-Jorge & Simões-Lopes, 2011, Burdett Hart *et al.*, 2012, Gómez Salazar *et al.*, 2012).

En Costa Rica, el conocimiento que se tiene sobre la abundancia y estructura poblacional de *T. truncatus* es limitado, restringido a un único estimado poblacional realizado en los años 90s para la población de *T. truncatus* de GD, constituida de 80 individuos (Acevedo & Matthews, 2005). Varios autores coinciden en establecer una tendencia espacial costera en la distribución del delfín nariz de botella en el Golfo (Acevedo & Burkhart, 1998, Cubero Pardo, 2007, Cubero Pardo, 1998, Oviedo, 2007, Pacheco-Polanco y Oviedo, 2007, Pacheco-Polanco *et al.*, 2011, Oviedo *et al.*, 2012, Oviedo *et al.*, 2015, Herra-Miranda *et al.*, 2015), con particular afinidad a las desembocaduras de los ríos que drenan al interior de GD como hábitats críticos de alimentación (Pacheco Polanco & Oviedo, 2007, Pacheco Polanco *et al.*, 2011, Herra Miranda *et al.*, 2015). Esto hace a la especie, una excelente candidata como indicador de la degradación ambiental de este sistema marino, por encontrarse más expuesta a las actividades antropogénicas que se realizan en la zona costera. Otro aspecto importante a resaltar es la raza ecológica de esta población, correspondiente al ecotipo costero (Pacheco-Polanco *et al.*, 2011, Oviedo *et al.*, 2015), probablemente la población costera más importante en abundancia para el litoral Pacífico de nuestro país.

En GD se ha reportado la presencia de lesiones dérmicas similares a las provocadas por *Lacaziosis* (LLD) en la población residente de *T. truncatus* (Bessesen *et al.*, 2014, Bessesen, 2015). Esta afección se caracteriza por lesiones verrugosas de coloración blanquecina a rosada que pueden llegar a ulcerar y cubrir grandes extensiones del cuerpo del animal y deformarlo (Bermúdez *et al.*, 2009, Kiszka *et al.*, 2009, Rotstein *et al.*, 2009, Van Bresseem *et al.*, 2009, Murdoch *et al.*, 2010, Daura-Jorge & Simões-Lopes, 2011, Paniz-Mondolfi *et al.*, 2012, Bessensen *et al.*, 2014). Esta enfermedad parece estar asociada a un desorden del sistema inmune, por la exposición crónica a contaminantes de origen químico y biológico (Kiszka *et al.*, 2009, Rotstein *et al.*, 2009, Van Bresseem *et al.*, 2009,

Daura-Jorge & Simões-Lopes, 2011, Burdett Hart *et al.*, 2012) que parecen influenciar el proceso infeccioso de la enfermedad. La presencia o ausencia de lesiones dérmicas similares a las provocadas por *Lacaziosis* (LLD) en la población residente de *T. truncatus* de GD, puede ser usado como un indicativo de degradación ambiental que presentan las cuencas que drenan a este sistema marino.

Esta investigación tiene como objetivo principal estimar la abundancia, distribución, uso de hábitat e impactos antropogénicos que afectan a la población de delfines nariz de botella (*T. truncatus*) en GD. Esto con la finalidad de determinar lo siguiente: 1) La población de *T. truncatus* ecotipo costero, es o no una población cerrada de características discretas según lo descrito por Acevedo y Matthews (2005), 2) Identificar las áreas de uso crítico para la población de delfines nariz de botella en GD. 3) La existencia de una correlación entre la presencia/ausencia de individuos afectados con la enfermedad dérmica (LLD) y los índices de degradación ambiental estimados para cada área que utiliza *T. truncatus* dentro de GD; a un nivel de significancia estadística $p < 0.05$.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

Golfo Dulce es un estuario estratificado de origen tectónico con una cuenca profunda interna con una profundidad máxima (Z_{max}) de 215 m y un umbral de 70 m en su boca externa que restringe la circulación oceánica (Hebbeln *et al.*, 1996, Svendsen *et al.*, 2006, Morales-Ramírez *et al.*, 2015). Tiene una longitud de 50 km y 10-15 km de ancho, con una superficie total de 750 km². Está situado en la región del Pacífico Sur de Costa Rica, entre los 8°33'N y 83°14'O (Acevedo & Burkhart, 1998, Cubero, 1998, Svendsen *et al.*, 2006, Rincón & Ballesteros, 2015). El clima es tropical húmedo con una estación lluviosa de mayo a principios de noviembre, lo que genera una precipitación promedio mensual de 100-700 mm. El aporte principal de agua dulce lo dan los ríos Coto Colorado, Tigre, Esquinas y Rincón, con influencia directa en el patrón de circulación de un estuario notablemente estratificado (Spongberg & Davis, 1998). Golfo Dulce, de acuerdo a lo planteado en Oviedo *et al.* (2015), se puede dividir en tres sub-áreas:

1) una *cuenca interna* profunda ($Z_{max} = 215$ m), con una capa anóxica a partir de los 150 metros (Wolff *et al.*, 1996) y circulación superficial restringida. 2) una zona externa llana ($Z_{max} = 70$ m) (Hebbeln *et al.*, 1996), con un *umbral* a 20 km de la boca del Golfo. 3) La tercera sub-área correspondería con la zona transicional-oceánica en la boca del Golfo (Oviedo *et al.*, 2009), que comunica el Golfo Dulce con el océano Pacífico, en esta porción oceánica externa se alcanzan profundidades cercanas a los 1000 m, a una distancia relativa de seis kilómetros (Figura 1.1).

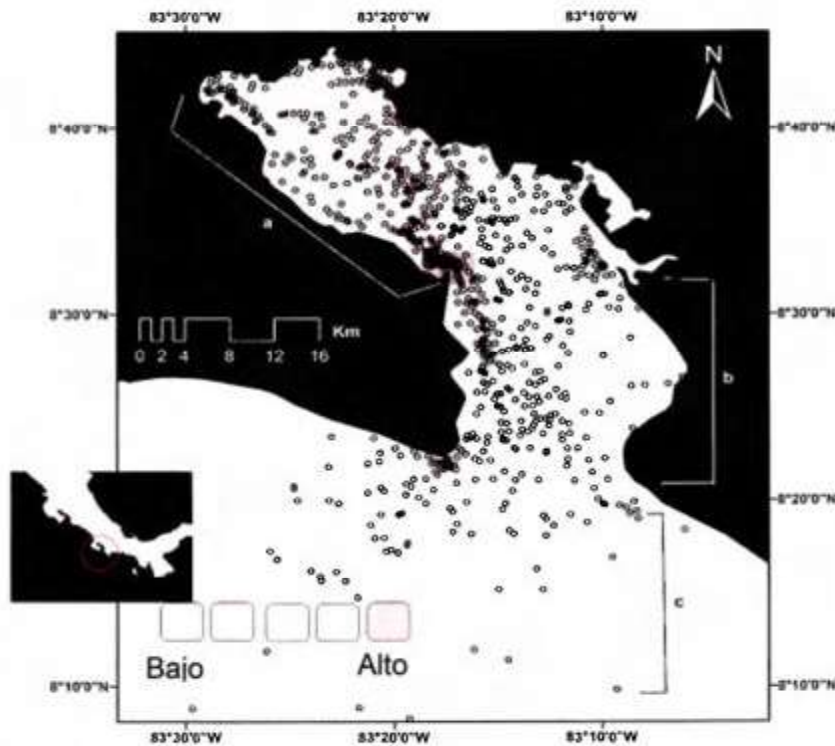


Figura 1. 1. Distribución del esfuerzo de muestreo en Golfo Dulce, bajo una escala cualitativa en celdas de 1600 x 1600 m ($n=1293$), donde el esfuerzo máximo en una celda correspondió a 96 horas y 298 kilómetros recorridos. Los puntos muestran los avistamientos de cetáceos (2005-2014), en donde se incluyen los del delfín nariz de botella (*T. truncatus*).

2.2 Recolección de Datos

Los muestreos fueron dirigidos al registro y monitoreo de cetáceos mediante una embarcación de 7 m de eslora con un motor cuatro tiempos fuera de borda de 115HP, en las tres sub-áreas descritas anteriormente para Golfo Dulce. Con la intención de abarcar el área y cubrir espacialmente la mayor extensión posible, se siguió un patrón de zigzag desde el

punto de origen (Bahía Rincón o Puerto Jiménez). Los muestreos presentados en este análisis abarcan dos temporadas: seca (noviembre – mayo) y lluviosa (junio – octubre) desde marzo del 2005 hasta agosto 2014. Los muestreos diurnos se iniciaron en periodos matutinos (07:00-08:00) y finalizaron a mitad de la tarde (14:00-16:00). La unidad de muestreo es el avistamiento, el cual integra la definición de grupo usada en Karczmarski *et al.* (2005). Cada registro de avistamiento se asocia a observaciones de conducta de acuerdo a lo descrito en Lusseau y Higham (2004), así como en Oviedo (2008). Las condiciones de detectabilidad requirieron de un registro periódico, por lo tanto, cada 30 minutos se realizó una lectura de posicionamiento por GPS (Garmin etrex H, cuatro metros de error aproximado), junto con lecturas de algunas variables ambientales, como la condición del mar (*escala Beaufort*), temperatura superficial del mar (medido a través de un termómetro de campo), ciclo de mareas (tabla de marea del Módulo de Información Oceanográfica del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica (www.miocimar.ucr.ac.cr) y la presencia o no de cetáceos. Lo descrito anteriormente permitió el registro sistemático del esfuerzo en campo (Figura 1.1) y la creación de una matriz de presencia - ausencia de cetáceos independiente a los avistamientos.

Durante cada avistamiento, la embarcación se acercó a una distancia aproximada de 100 m del objetivo, y se anotaron datos pertinentes al avistamiento: hora del encuentro, especie, tamaño y composición de grupo, así como la conducta (inicial y a los 10 min del encuentro), junto con la posición espacial del bote por lecturas de GPS (asumida como la posición relativa al objetivo). Una vez completada la toma inicial de datos estándar del avistamiento y dependiendo del monitoreo de conducta para determinar alteraciones significativas, se inició el protocolo de seguimiento grupal que implicó el registro de foto-identificación por medio del método de captura y recaptura, consecuentes con los métodos descritos en Smith (2012). Esta información fue comparada con registros históricos de los años 1991-1992 del estudio previo realizado por Acevedo y Matthews (2005).

2.3 Registro de Foto-Identificación

Se procedió a iniciar un protocolo para foto-identificación de la siguiente manera: en presencia de un grupo de delfines se obtuvieron fotos de las aletas dorsales de los

individuos adultos dentro del grupo, tan perpendicular al eje corporal y de tantos individuos como fuera posible, independientemente del grado de marcas naturales que cada individuo poseía (cortes, piquetes y cicatrices en el borde anterior y posterior de la aleta dorsal). La clasificación de los individuos en el grupo correspondió con las clases descritas en Smith *et al.* (2012). Las fotos fueron tomadas con una cámara digital SLR (Canon 7D), combinada con un lente “zoom” telescópico de 400 mm.

2.4 Muestreo Etológico

Los datos de comportamiento inicial y a los 10 min del encuentro, se registraron con la finalidad de generar información sobre uso de hábitat, considerando que el registro de conducta al inicio del encuentro es el dato etológico más confiable ya que no está influenciado por la presencia de la embarcación. Las conductas registradas se encuentran basadas en el etograma modificado de Scheneider (1999), los distintos tipos de estados de comportamiento serán clasificados dentro de cinco categorías a saber: alimentación, movilización, socialización descanso y merodeo (Cuadro 1.1).

Cuadro 1. 1. Estados de comportamiento utilizados en la identificación de las actividades realizadas por los delfines nariz de botella (*T. truncatus*) en Golfo Dulce (Sheneider ,1999).

Estados de Comportamiento	
Alimentación	Persecución activa o pasiva de la presa o consumo de la misma. Se puede observar que ocurra de manera individual, en grupos o cooperativa.
Socialización	Interacción entre los individuos de un grupo que involucra abundante contacto físico, demostraciones de asociación pasiva o activa a través de comportamientos profusos de superficie (agresión y actividad sexual).
Movilización	Movilización de un individuo o grupo en una dirección determinada.
Merodeo	Individuos se encuentran a poca distancia uno de otro, no presentan actividad coordinada de superficie en un periodo determinado de tiempo.
Descanso	Individuos que se encuentra en una posición estática en un determinado lugar, se observa poca actividad de superficie o movilizándose a una velocidad menor de la velocidad mínima del bote.

2.5 Actividades Humanas en Golfo Dulce:

Los muestreos fueron dirigidos a identificar las actividades humanas que se desarrollan en los márgenes de los ríos (Rincón, Esquinas, Coto-Colorado, Tigre y Platanares), así como en la comunidad costera de Puerto Jiménez. Las zonas muestreadas fueron determinadas con base en el uso de hábitat de los individuos con lesiones dérmicas, foto identificados durante los 69 muestreos realizados del 2011 al 2013. Cada actividad humana que se realizaba en los márgenes de los ríos fue georeferenciada mediante una lectura de posicionamiento de GPS (Garmin etrex H, cinco metros de error aproximado) y fotografiada para identificar la actividad que se estaba realizando. La georeferenciación de cada una de las actividades antropogénicas fue realizada tomando una lectura de posicionamiento global de la actividad, mientras que las actividades que se desarrollaban en la comunidad costera de Puerto Jiménez, fueron categorizadas por tipo de actividad e impactos producidos. Los muestreos presentados en este análisis abarcan un total de 24 muestreos realizados durante las temporadas: seca (noviembre – mayo) y lluviosa (junio – octubre), de enero 2013 hasta agosto 2014. Los muestreos se iniciaron en periodos matutinos (09:00) y finalizaron a mitad de la tarde (14:00), este periodo de muestreo fue escogido con base en las condiciones climáticas que imperan en la región.

2.6 Análisis de Datos

2.6.1 Tamaño poblacional y estimación del porcentaje de individuos con lesiones dérmicas de *T. truncatus* ecotipo costero mediante método de marcaje (captura/recaptura).

Las fotografías tomadas durante los muestreos realizados antes del 2011, fueron eliminadas del análisis, por considerarse que estas no contaban con la calidad requerida (resolución), mientras que las imágenes de los muestreos realizados de mayo del 2011 a mayo 2013, fueron descargadas y organizadas en carpetas con la fecha del muestreo y la presencia de delfines con lesiones dérmicas. Una vez organizadas en carpetas por temporadas, estas fueron introducidas dentro del programa *Discovery* para su análisis y clasificación, mediante una escala de calidad del 1 al 100%.

presencia) generada por temporadas en el programa Excel. Este proceso permitió establecer los datos necesarios para la estimación del tamaño poblacional, es decir, el número de individuos foto-identificados (marcados) en un periodo de 2 años (2011-2013). El progreso del proceso de identificación fotográfica se monitoreó por medio de la curva de descubrimiento (curva que muestra el número acumulado de individuos identificados en

El procesamiento de fotografías se diseñó de manera tal que se eliminara cualquier sesgo inherente al muestreo, reforzando uno de los supuestos más importantes para *marcaje captura-recaptura*, la probabilidad de captura homogénea de todos los individuos en el grupo. Con base en lo anterior, el criterio de calidad se valoró antes que el nivel de distinción de las aletas (el grado y la cantidad de marcas presentes en la aleta dorsal, en forma de cicatrices y muescas), de manera tal que, sin importar que tan conspicuas fueran las marcas en una aleta, el ingreso al catálogo/matriz presencia/ausencia fuera permitido por un nivel de calidad fotográfica preestablecido de mayor a 80%. Las categorías utilizadas para la clasificación de las imágenes digitales se describen en el cuadro 1.2, siendo estas dependientes de los siguientes criterios: nitidez, ángulo de la aleta dorsal, y enmascaramiento. Las carpetas pertenecientes a la categoría mayor a 80% fueron reclasificadas, en individuos marcados y no marcados. La mejor imagen de cada uno de los individuos presentes dentro de cada una de las fechas de muestreo fue incorporada al catálogo como un individuo nuevo (captura) o un individuo ya catalogado (recaptura). Durante este proceso se asignó un código, fecha, zona de la aleta dorsal donde se presentaban las marcas, calidad de la imagen (%), posición geográfica del avistamiento, edad, presencia de cría, nombre, y nivel de distinción de las marcas 0-5 (Cuadro 1.3).

Cuadro 1. 2. Categorías utilizadas para la clasificación de las imágenes digitales.

Categoría	Descripción
Descartadas	Fotografías conteniendo agua o paisajes.
Menor de 60 %	Fotografías borrosas, fuera de foco o a larga distancia.
Entre 60-69 %	Fotografías que permite determinar las marcas de los individuos pero su calidad no es la adecuada (fotografías borrosas)
Entre 70-79 %	Fotografías que no cumplen con todos los criterios establecidos, por lo general ángulo o enmascaramiento.
Mayor a 80 %	Fotografías que cumplen con todos los criterios establecidos para ingresar al catálogo.
Vecino más cercano	Fotografías de alianzas fisión-fusión (ejemplo: madres y crías)
Varias	Fotografías de despliegue energético (saltos, persecución y captura de presas) o presas.

El historial de capturas y el registro de todos los individuos adultos fotografiados y catalogados durante los muestreos realizados entre mayo del 2011 a mayo 2013 (69 muestreos en total) fueron compilados en una matriz binaria de datos (0=ausencia, 1=

presencia) generada por temporadas en el programa Excel. Este proceso permitió establecer los datos necesarios para la estimación del tamaño poblacional, es decir, el número de individuos foto-identificados (marcados) en un periodo de 2 años (2011-2013). El progreso del proceso de identificación fotográfica se monitoreó por medio de la curva de descubrimiento (curva que muestra el número acumulado de individuos identificados en función del esfuerzo de foto-identificación, expresado como las salidas/días entre fotografías tomadas). La presencia de individuos residentes se estableció por un criterio *a priori* de individuos $\geq 40\%$ de las recapturas durante el periodo de muestreo. Cada temporada que se presenta en la curva de descubrimiento está compuesta de ciclos, cada ciclo es definido como varios días consecutivos de muestreo donde se cubre todo GD.

Cuadro 1. 3. Nivel distintivo de las aletas dorsales utilizado en el proceso de foto-identificación.

Categoría	Descripción
0	Aleta dorsal sin muescas o cicatrices
1	Aleta dorsal con una o dos muescas pequeñas
2	Aleta dorsal con dos o más muescas pequeñas
3	Aleta dorsal con muescas grandes
4	Aleta dorsal con varias muescas grandes y cicatrices
5	Aleta dorsal deformada o amputada

Finalizado el análisis y clasificación de las carpetas, descrito anteriormente, se procedió a estimar el número acumulado de individuos con lesiones dérmicas dentro de la población residente de *T. truncatus* de GD.

2.6.2 Modelos demográficos

Los modelos de captura/recaptura, se definen con base en el cierre o apertura demográfica (Pollock *et al.* 1990), un modelo de población cerrado permite controlar el nivel de incertidumbre asumiendo que en la población no hay eventos de inmigración/nacimientos y emigración/decesos, siendo constante en el tiempo. Con el fin de poder hacer la comparación entre el estudio previo de Acevedo y Matthews (2005) y

esta investigación, con una diferencia decadal, los datos de la matriz de presencia/ausencia de *T. truncatus* en GD (2011-2013) se analizaron asumiendo estabilidad demográfica por medio de un modelo cerrado entre la temporada de lluvia 2011 y la temporada seca 2011-2012, así como la temporada de lluvia 2012 y la seca 2012-2013, utilizando el estimador de *Lincon-Petersen* Modificado (Ec.1), con el correspondiente cálculo del intervalo de confianza 95% (Ec.2-4).

Ec1.

$$Var(\hat{N}) = \frac{(n_1 + 1) * (n_2 + 1) * (n_1 - m_2) * (n_2 - m_2)}{(m_2 + 1)^2 * (m_2 + 2)} - 1 \quad \text{Ec2.}$$

$$SE = \sqrt{Var(\hat{N})} \quad \text{Ec3.}$$

$$(\hat{N}) \pm 1.96(SE) \quad \text{Ec4.}$$

La proporción de individuos adultos marcados versus los no marcados fue despreciable < 5%, por lo tanto, los estimados de este estudio no requirieron de extrapolaciones para estimar un tamaño total de la población de individuos adultos.

2.6.3 Distribución Espacial de *T. truncatus* Ecotipo Costero

2.6.3.1 Distribución de uso de hábitat

El análisis de patrones espaciales se elaboró a partir de la posición geográfica al inicio de cada avistamiento (2005-2015). Los mapas ilustrando la distribución de uso (DU: distribución probabilística que incorpora la localización espacial de un individuo en diferentes puntos de una escala temporal), así como de la condición dérmica presente en la población de *T. truncatus*, se elaboraron mediante estimados de densidad Kernel (KDE, por sus siglas en inglés), utilizando la herramienta Home Range Estimate Extension Tool (Rodgers *et al.*, 2005) en ArcGIS 9.3. Para profundizar los detalles ecológicos en distribución, se seleccionó el contorno correspondiente a la distribución de uso de hábitat

de 95 %, para la estimación de la presencia general de la especie en el ámbito hogar (DU 95%), mientras que el contorno de distribución de uso de hábitat de 50 %, se utilizó para delimitar áreas núcleos de agregación (DU 50%), los cuales no solo ilustran las agregaciones de la mitad de los registros del delfín nariz de botella, sino que resaltan agregaciones asociadas con aspectos ecológicos claves como la alimentación, la reproducción, etc. (Keith *et al.* 2013).

El método de estimación Kernel adaptativo con validación cruzada por mínimos cuadrados (LSCV por sus siglas en inglés) permitió estimar los parámetros de suavizado de los contornos (“*h*”) para DU50% y DU95% (Rodgers & Carr 1998). El parámetro de suavizado controla la variabilidad en cada componente de la distribución de uso, de esta manera, valores pequeños del parámetro “*h*” revelan detalles a escala final en la distribución de la especie evaluada, mientras que valores mayores de “*h*” oscurecen detalles y solo ilustran los aspectos espaciales más prominentes para el organismo en estudio (Worton ,1989). De acuerdo a lo descrito anteriormente el índice h/H_{Ref} se utilizó para valorar la certeza informativa de cada DU: $h/H_{Ref} > 0.4$ poco informativo, $h/H_{Ref} \leq 0.4$ aceptable-confiable. La distribución de uso de *T. truncatus* en Golfo Dulce se dividió en dos tipos de acuerdo a los datos utilizados: a) La distribución de uso con base en datos de avistamiento, donde se aportan detalles de la conducta inicial. b) La distribución de uso con base en datos de presencia/ausencia en el área de estudio.

La tendencia en distribución de uso fue analizada por medio del índice promedio del vecino más cercano (*Average Near Neighbour Ratio- ANNR*), la cual promedia la distancia real entre el centro de cada elemento espacial en evaluación y la contrasta del promedio de la distancia de cada elemento, bajo una distribución aleatoria hipotética, lo anterior resulta en una medida de la dispersión espacial (*agregada, azarosa, uniforme*) entre elementos y sus implicaciones ecológicas (Forting *et al.*, 2002, Begon *et al.*, 2006), la significancia estadística de dicha medida se obtiene por medio del cálculo de un “Z score”, el cual se asocia a la distribución normal y permite establecer medidas de significancia y confianza.

2.6.4 Estimación de los índices de degradación ambiental

2.6.4.1 Actividades humanas en Golfo Dulce:

Los datos espaciales producto de los muestreos de identificación de las actividades humanas que se desarrollan en los márgenes de los ríos que drenan hacia este sistema y en la comunidad costera de Puerto Jiménez fueron compilados en matrices de datos, generadas para cada una de las zonas muestreadas en el programa Microsoft Excel 2007. Cada matriz fue analizada de manera individual, para categorizar la información colectada y dar origen a un mapa de cada área muestreada mediante el programa Google Earth. Cada mapa fue utilizado para estimar la distancia existente entre las actividades humanas que se desarrollaban en cada área muestreada y el área núcleo de los delfines afectados con lesiones dérmicas. Esta información espacial fue utilizada para estimar índices de degradación ambiental en cada una de las zonas muestreadas.

2.6.4.2 Índices de degradación ambiental:

Los índices de degradación ambiental de las áreas utilizadas por los individuos con lesiones dérmicas fueron calculados mediante la metodología aplicada por Gómez-Salazar *et al* (2012), para delfines de río, modificada para ser aplicada en sistemas marino-costeros. Las actividades humanas (Cuadro 1.4) se categorizaron en su mayoría bajo el criterio de distancias mínimas al área núcleo definida por la distribución de uso de hábitat, que a su vez van acorde a las dimensiones de GD. Las actividades de carácter más cualitativo (tráfico marítimo, pesca y ciudades costeras), se categorizaron bajo observaciones preliminares dentro del contexto geográfico del área de estudio. Los índices estimados resultaron de la sumatoria de los valores obtenidos en cada una de las actividades humanas que causan algún grado de impacto negativo sobre el medio marino, agrupadas dentro de las categorías descritas en el Cuadro 1.5. Una vez obtenido este valor se procedió a dividirlos entre el número total de actividades humanas que conformaban cada categoría y así poder estimar el índice de degradación de cada categoría.

Cuadro 1.4. Actividades humanas que causan degradación medio ambiental en Golfo Dulce. Cuando no existe disturbio por parte de una actividad humana el valor es de 0. (Spongberg y Davis 1998, Umaña 1998, Spongberg 2004^a, Spongberg 2004b, García *et al.* 2006, MINAET 2008)

<i>Categoría</i>	<i>Actividad Humana</i>	<i>Descripción Actividades</i>	<i>Bajo (1)</i>	<i>Mediano (2)</i>	<i>Alto (3)</i>
<i>Calidad del Agua</i>	Turismo	Centros turísticos (Hoteles y Cabinas)	15-20 km	10 km	≤5 km
	Aguas Residuales	Descarga aguas servidas	20 km	10 km	≤5 km
	Agricultura	Plantaciones de monocultivos	15-20 km	10 km	≤5 km
	Ganadería	Fincas Ganaderas	15-20 km	10 km	≤5 km
	Disposición de Desechos	Botaderos de desechos sólidos	20 km	10 km	≤5 km
<i>Modificación Hábitat</i>	Desarrollo Costero	Marinas, Muelles y Atracaderos	20 km	10 km	≤5 km
	Tráfico Marítimo	Comercial, turismo y pesca	Esporádico	Ruta conocida de tránsito marítimo	-
	Deforestación	Construcción infraestructura	15-20 km	10 km	≤5 km
	Pesca	actividades pesqueras	Subsistencia	Mediana Escala	Semindustrial
<i>Sobreeplotación Recursos Marinos Asentamientos Humanos</i>	Ciudades y comunidades costeras	Número de habitantes	Menor a 3500 habitantes	Entre 3500 y 7000	Entre 7000 y 11000

El índice de las actividades humanas (**Ic**) se estimó dividiendo el resultado obtenido en el índice de degradación (**Id**) de cada categoría, por la sumatoria de las actividades humanas que conformaban cada categoría y de esta manera se obtuvo el porcentaje de degradación para cada una de las actividades humanas. El índice de degradación global (**Ig**) se calculó mediante la sumatoria de los valores promedio obtenidos en cada categoría (Gómez-Salazar *et al.*, 2012).

Ec5.

$$Id = \frac{\Sigma (n^1 + n^2 + n^3 + n^{\dots})}{N^n}$$

Ec6.

$$Ic = Id / \Sigma (n^1 + n^2 + n^3 + n^{\dots})$$

Ec7.

$$Ig = \Sigma (N^a + N^b + N^c + N^d)$$

Donde, (n) representa las actividades humanas que causan impacto negativo al ecosistema, (N^n) representa el número de actividades humanas que se agrupan en cada categoría, y ($N^{a, b, c y d}$) es el índice de degradación de cada una de las categorías (Calidad de agua, Modificación de Hábitat, Sobreexplotación y Asentamientos Humanos)

La relación existente entre los índices de degradación ambiental (Calidad del Agua, Modificación de Hábitat, Asentamientos Humanos y Global), y la presencia de delfines nariz de botella afectados con lesiones dérmicas en Golfo Dulce, se evaluó mediante correlaciones no paramétricas de rho de Spearman, mediante el paquete estadístico Past versión 3.0, probadas en contra de la hipótesis nula.

La clasificación de los índices de degradación ambiental se estimó al calcular el valor máximo obtenido en las distintas categorías que conforman el índice de degradación ambiental global y dividiendo este valor entre 3. Esto permitió categorizar la degradación ambiental de los distintos ecosistemas marinos y costeros evaluados de bajo a extremo (Cuadro 1.5).

Cuadro 1.5. Clasificación del índice de degradación ambiental.

Extremo	La mayoría de actividades humanas fueron clasificadas como generadoras de alto impacto	>9 y <12
Alto	Una gran mayoría de las actividades fueron catalogadas entre alto y mediano impacto	>6 y <9
Medio	Mayoría de actividades fueron clasificadas de mediano impacto	>3 y <6
Bajo	Actividades humanas clasificadas como de bajo impacto.	<3

3 RESULTADOS

3.1 Abundancia y tamaño poblacional de *T. truncatus* mediante método de captura-recaptura.

El estimado poblacional de *T. truncatus* en Golfo Dulce, se basó en un modelo poblacional cerrado calculado por el estimador modificado de *Lincon Petersen*, el cual muestra diferencias aparentes en el tamaño poblacional entre años, con una población total estimada de 80 (95% CI = 77-87) para el periodo 1991-1992 (Acevedo & Matthews, 2005), y 123 individuos (95% CI = 107-138) para el periodo 2011-2013, así como entre los años de este mismo periodo, con una población total estimada de 130 (95% CI = 95-166) para el 2011-2012 y 76 (95% CI = 67-85) para el 2012-2013 (Cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Tamaño poblacional de *T. truncatus* en temporadas (lluvia/seca) y años 1991-1992 (Acevedo & Matthews, 2005), 2011-2013 (esta investigación), basado en un modelo de cierre demográfico por estimados modificados de *Lincon Petersen*.

Año	Días de Esfuerzo Fotográfico	Individuos Foto-Identificados	N	95% CI Límite inferior	95% CI Límite Superior
1991-1992	209	52	80.2	77.5	87.6
2011-2013	69	104	123.08	107.84	138.32
Lluvia 2011	32	74	130.69	95.23	166.3
Seca 2011-2012					
Lluvia 2012	37	40	76.5	67.04	85.96
Seca 2012-2013					

La curva de descubrimiento de *T. truncatus* en GD muestra que conforme transcurren los ciclos de muestreo, la captura de nuevos individuos disminuyó en ambos periodos, para los años 1991-1992 la asíntota se alcanza en el ciclo 1 de la temporada lluviosa de 1992 con 52 individuos foto-identificados, mientras que los registros más recientes, 2011-2013, alcanzan la asíntota en el ciclo 2 de la temporada seca del 2012-2013, con un número acumulado de 104 individuos (Figura 1.2).

La frecuencia de captura de delfines nariz de botella en GD para el periodo 1991-1992 muestra que 44 animales (79%) son capturados en más del 40 % de las ocasiones, mientras que para el periodo 2011-2013 esa cantidad de recapturas se reduce a 36 animales (41%) tal como se aprecia en la Figura 1.3.

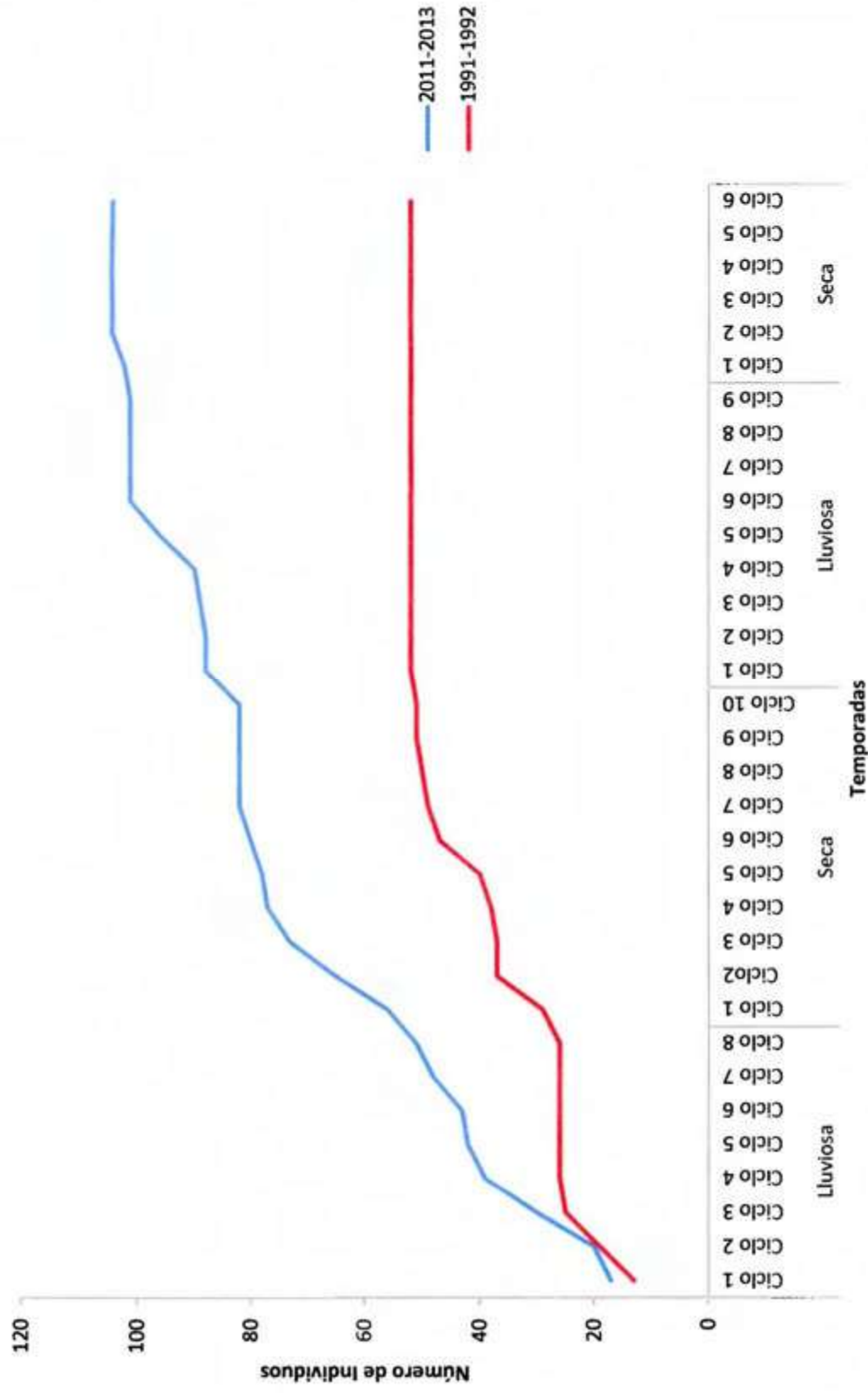


Figura 1. 2. Curva de descubrimiento de la población de *T. truncatus* de Golfo Dulce: 1991-1992 (Acevedo & Matthews, 2005), 2011-2013 (Esta investigación).

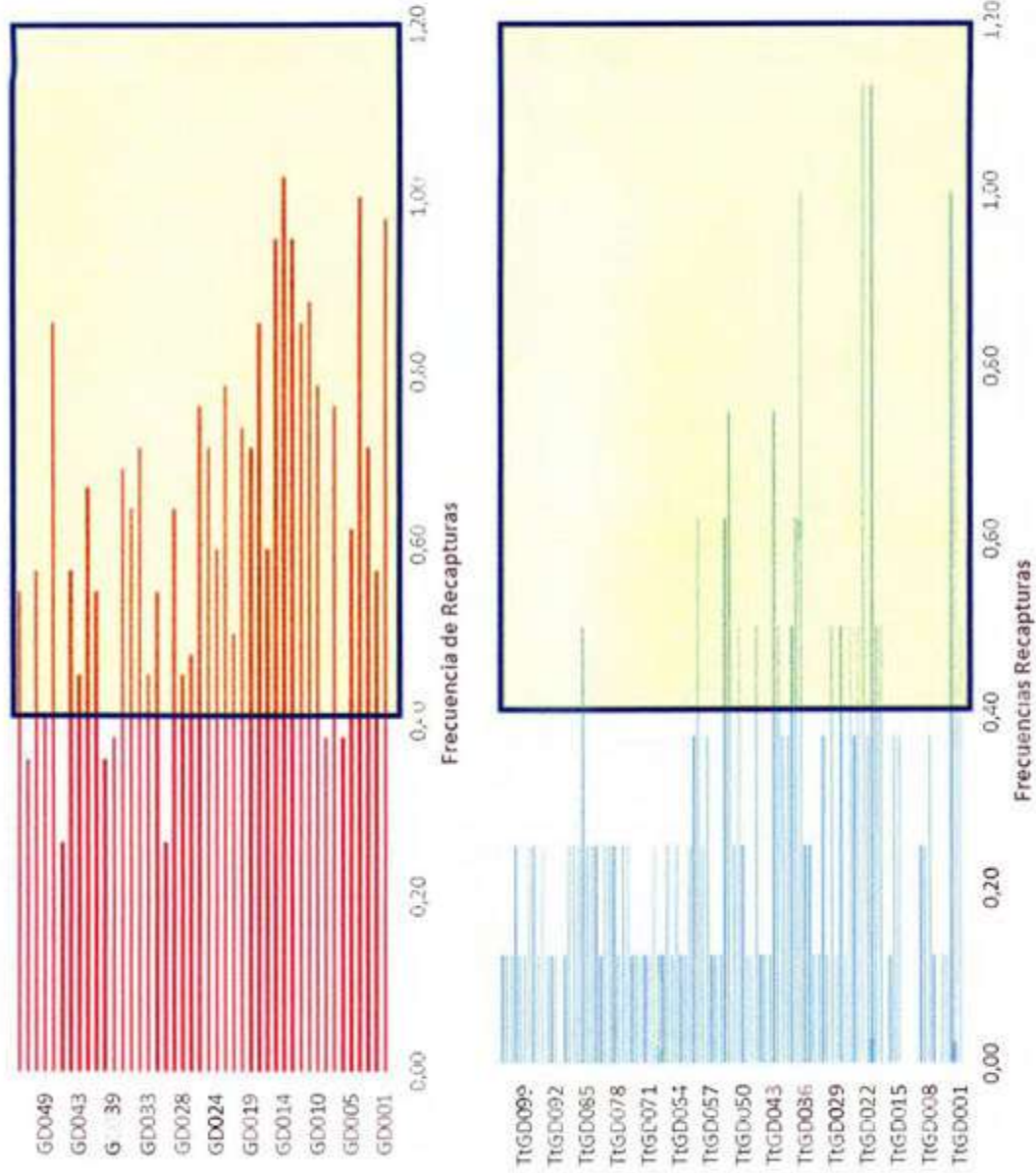


Figura 1. 3. Comunidad residente de *T. truncatus* en el Golfo Dulce, el periodo 1991-1992 (Acevedo & Matthews, 2005), se denota con barras de color rojo, mientras que el periodo 2011-2013 se denota con barras azules, los *individuos residentes* se enmarcan por la sombra verde.

3.2 Abundancia de individuos de *T. truncatus* ecotipo costero con lesiones dérmicas mediante método de captura-recaptura.

La figura 1.4, muestra a todos los individuos foto-identificados en el periodo de mayo 2011 a mayo 2013 que presentaron lesiones dérmicas similares a las provocadas por *Lacaziosis* (LLD). De un total de 9 individuos (9.7 %) de la población en catálogo de delfines nariz de botella de GD, 4 individuos fueron capturados en 3 o más oportunidades durante el periodo de muestreo, por lo que se consideran individuos residentes (Figura 1.4).

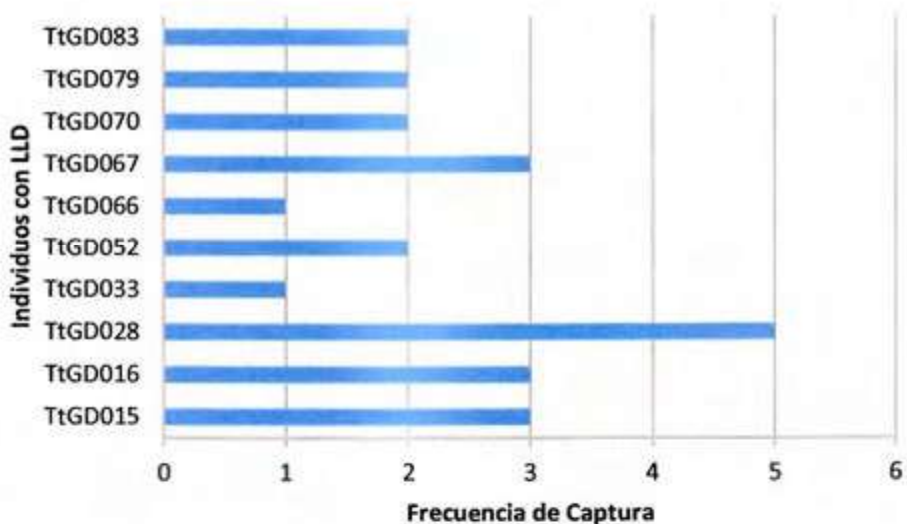


Figura 1. 4. Individuos observados con lesiones dérmicas dentro de la población de *T. truncatus* de Golfo Dulce.

3.3 Conducta de *T. truncatus* ecotipo costero en Golfo Dulce

La tendencia de comportamiento para *T. truncatus* dentro del área de estudio, para ambas temporadas seca y lluviosa muestra que la alimentación fue el comportamiento observado con mayor frecuencia (60%) en áreas específicas de GD, seguido de cerca por movilización (28%) (Figura 1.5).

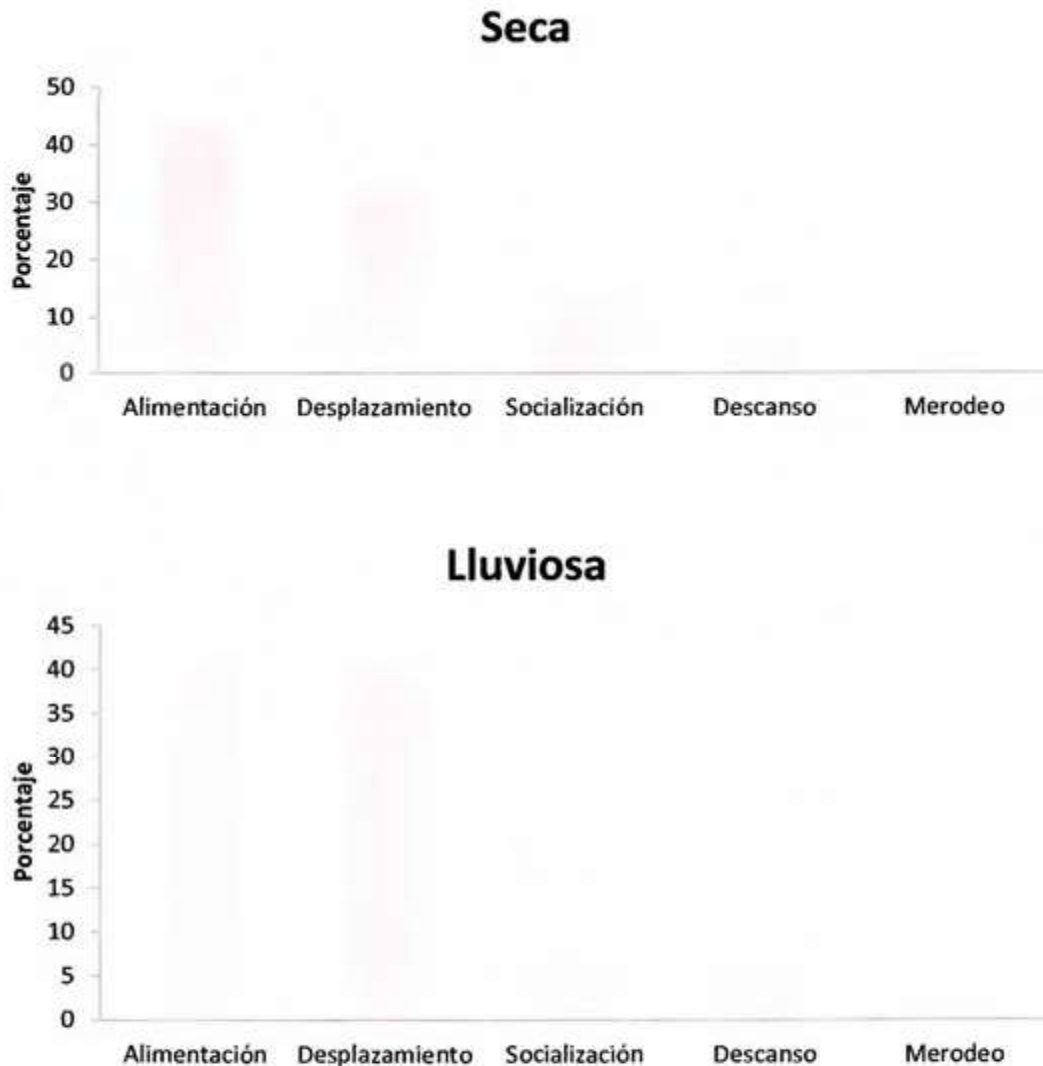


Figura 1.5. Presupuestos de actividad del delfin nariz de botella para *T. truncatus* en temporada seca y lluviosa en Golfo Dulce.

3.4 Distribución espacial de uso de hábitat de *T. truncatus* ecotipo costero

La distribución espacial de *T. truncatus*, basada en datos del periodo 2005-2014, muestra una tendencia que es consecuente con la presencia de la especie en la línea costera de GD, con un uso intensivo de las zonas de influencia e incidencia de las desembocaduras de los ríos y sus adyacencias, y con una alta incidencia de uso del sub-sistema conformado por los ríos Tigre y Platanares (Figura 1.6).

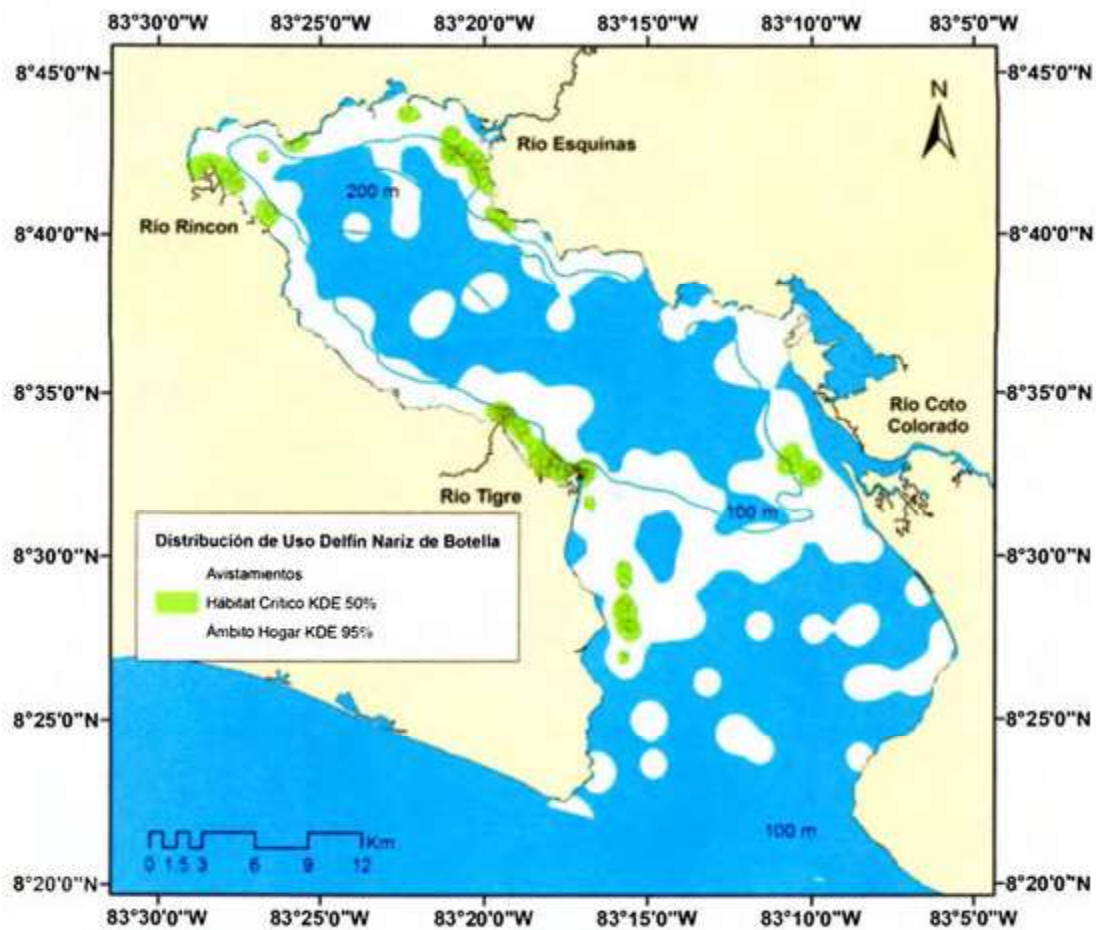


Figura 1.6. Distribución espacial de *T. truncatus* para el periodo 2005-2014 en el Golfo Dulce. El ambito hogar es denotado por el contorno celeste claro, mientras que el hábitat crítico de alimentación en verde oscuro.

Los parámetros clave para la construcción de la distribución de uso de *T. truncatus* ecotipo costero, junto con el cálculo de la extensión de área de ocupación se presenta en el cuadro 1.7. La distribución y uso de hábitat de *T. truncatus* ecotipo costero en GD, tanto para temporada seca como lluviosa se presenta en la figura 1.7.

Cuadro 1.7. Parámetros de la distribución de uso de hábitat para datos de presencia/ausencia (2011-2014) de *T. truncatus* ecotipo costero, se incluye la extensión en área (km²) de cada contorno, Golfo Dulce, Costa Rica. (h = Parámetro de suavizado y Href = Certeza informativa de la distribución de uso de hábitat)

	Contorno%	Parámetro h	Parámetro Href	h/Href	Cantidad Registros	Área (Km ²)
Seca	50	0.04	0.4	0.1	192	0.24
	95	0.04	0.4	0.1	192	2.67
Lluvia	50	0.04	0.4	0.1	257	0.36
	95	0.04	0.4	0.1	257	2.89

Durante las temporadas seca y lluviosa, se muestran dos tendencias en la distribución espacial y uso de hábitat por parte de la especie dentro del Golfo.

a) En la temporada seca la especie se concentra en las zonas de influencia e incidencia importantes de las desembocaduras de los ríos y sus adyacencias, con un uso más intensivo de los ríos Esquinas y Coto-Colorado, mientras que la distribución general de *T. truncatus*, muestra su presencia en las costas de la cuenca interna. Es primordial resaltar la presencia de la especie en la zona aledaña a Puerto Jiménez, hasta integrarse con la zona del Umbral (Profundidad máxima 70 m) (Figura 1.7).

b) Las áreas de concentración de la especie en temporada lluviosa muestran un uso más intensivo del río Rincón y el sub-sistema conformado por los ríos Tigre y Platanares. Por su parte, la distribución general es similar a la observada en temporada seca. Es importante mencionar que estos registros (N=182 ≈ 60 % del total de avistamientos de *T. truncatus*) están asociados a evidencias conductuales de alimentación (Figura 1.7).

La distribución de uso utilizando los datos de presencia y ausencia de *T. truncatus* ecotipo costero, junto con el cálculo de la extensión del área de ocupación, se presenta en el cuadro 1.8.

Cuadro 1.8. Parámetros de la distribución de uso para datos de presencia/ausencia (2011-2015) de *T. truncatus* ecotipo costero, se incluye la extensión en área (km²) de cada contorno, Golfo Dulce, Costa Rica. (h = Parámetro de suavizado y Href = Certeza informativa de la distribución de uso de hábitat)

	Contorno%	Parámetro h	Parámetro Href	h/Href	Cantidad Registros	Área (Km ²)
Seca	50	0.04	0.4	0.1	143	0.33
	95	0.04	0.4	0.1	143	2.56
Lluvia	50	0.05	0.4	0.1	184	0.42
	95	0.05	0.4	0.1	184	2.54

La distribución espacial de *T. truncatus*, basada en una matriz de presencia-ausencia tanto para temporada seca como lluviosa, refuerza la tendencia de la especie a estar presente en la línea costera de GD, con diferencias importantes de uso de hábitat entre temporadas. Se resalta notablemente un alto grado de uso del Río Esquinas y de la zona frontal a la desembocadura del río Coto Colorado durante la temporada seca, mientras que durante la temporada lluviosa la especie hace un uso más homogéneo de la línea de costa tanto en la cuenca interna como externa del Golfo (Figura 1.8).

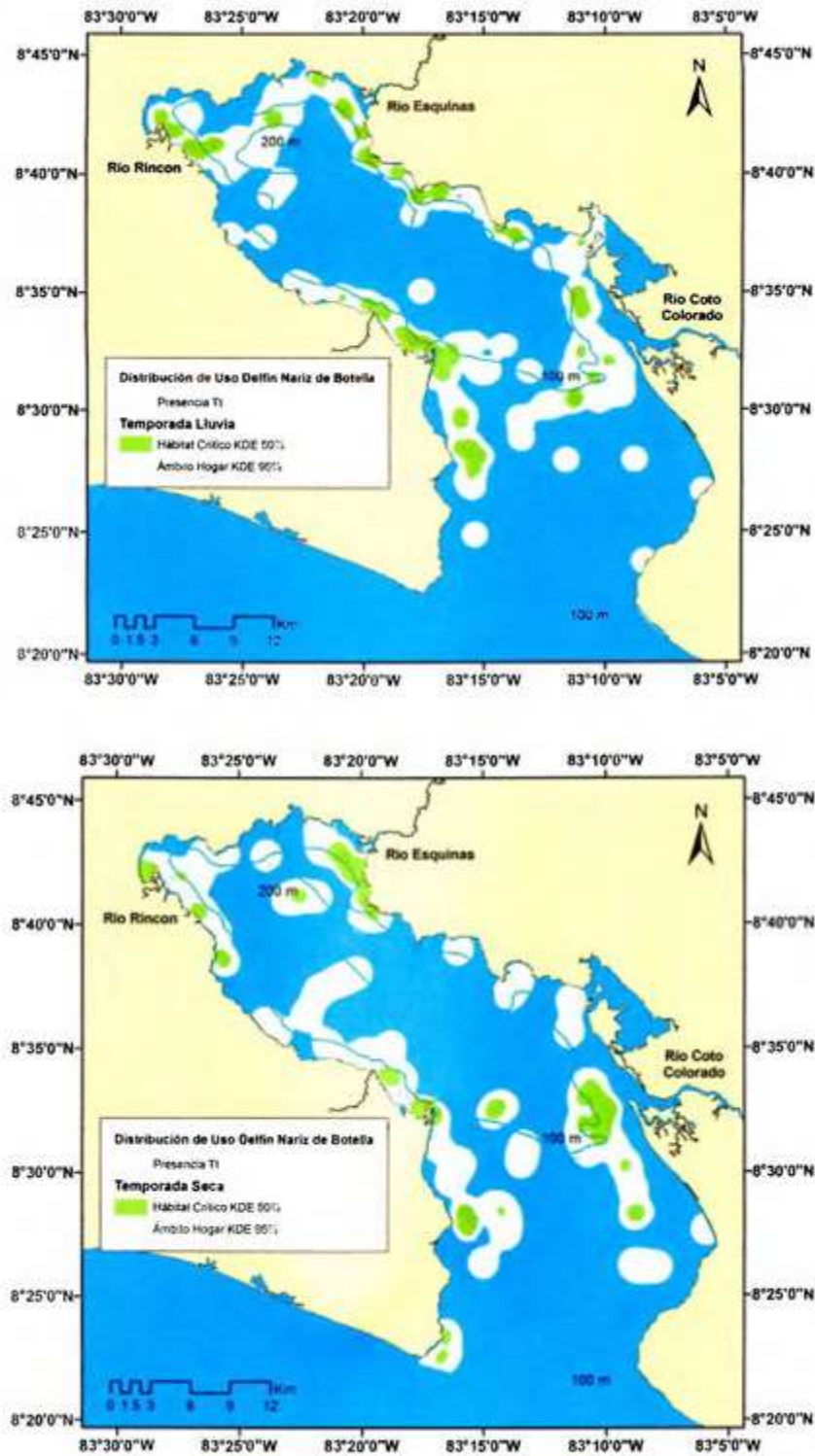


Figura 1.7. Distribución espacial de *T. truncatus* basado en una matriz de presencia-ausencia para la temporada lluviosa y seca, Golfo Dulce, Costa Rica.

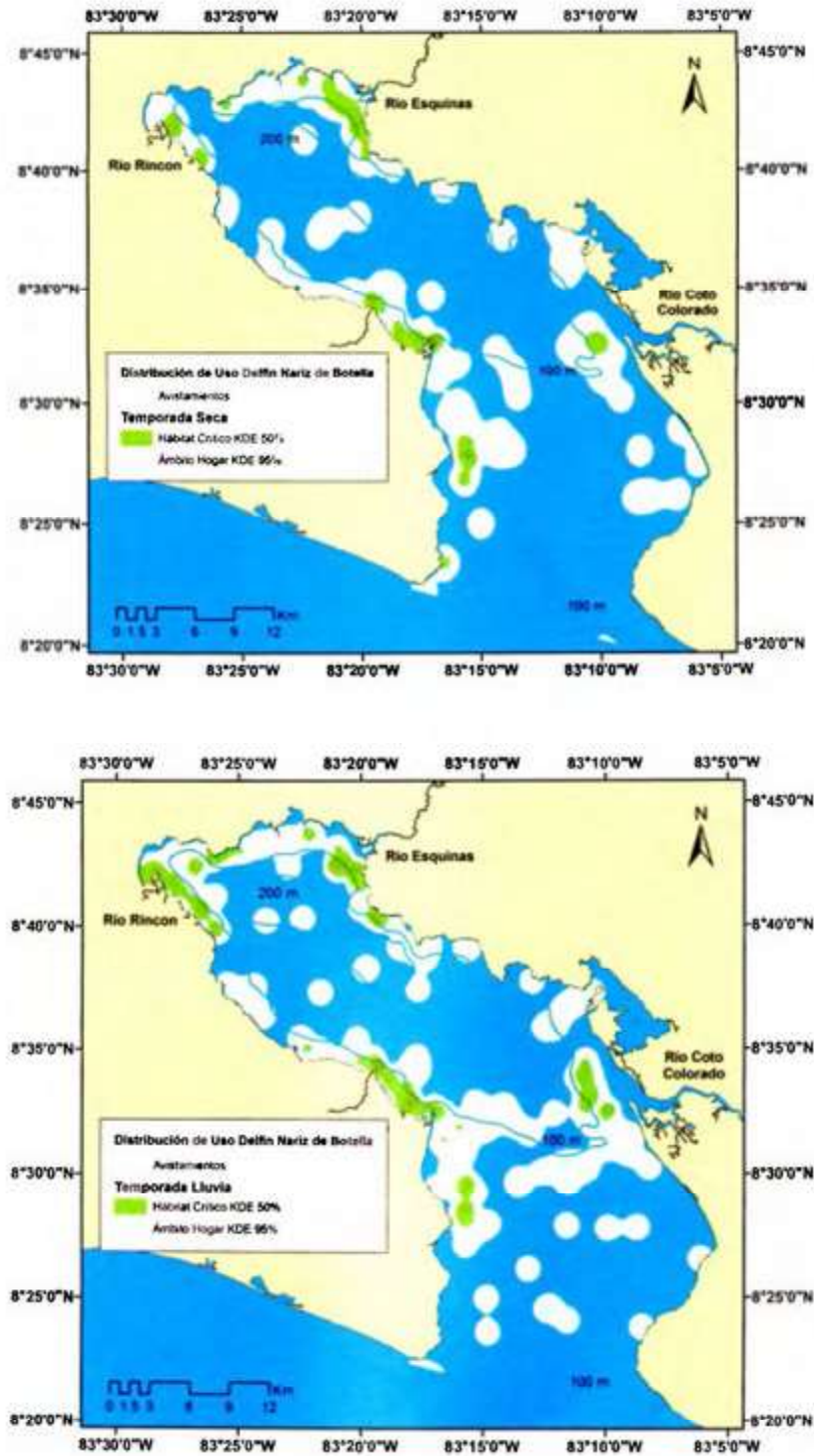


Figura 1.8. Distribución de uso de *T. truncatus* ecotipo costero en Golfo Dulce, durante la época seca y lluviosa; el ámbito hogar es denotado por el contorno celeste claro, mientras que el hábitat crítico de alimentación en verde oscuro.

De la comparación entre los catálogos correspondientes a los años 1991-1992, y 2011-2013 se encontraron 6 individuos (cuadro 1.9) que continúan presentes en los registros actuales. La figura 1.9 describe los detalles espaciales del historial de recapturas de uno de esos individuos que resalta particularmente, no solo por ser una de las hembras residentes con cría ya desde su primer registro en la década de los 90, sino por su condición actual de presentar lesiones dérmicas.

Cuadro 1.9. Individuos catalogados en 1991 -1992 (Acevedo & Matthews, 2005), así como en 2011-2013 (esta investigación).

1991-1992	2011-2013	Características
GD017	TiGD028	Hembra con cría, LLD
GD018	TiGD050	--
GD019	TiGD026	Hembra con cría
GD023	TiGD032	--
GD024	TiGD017	--
GD045	TiGD070	Hembra con cría, LLD

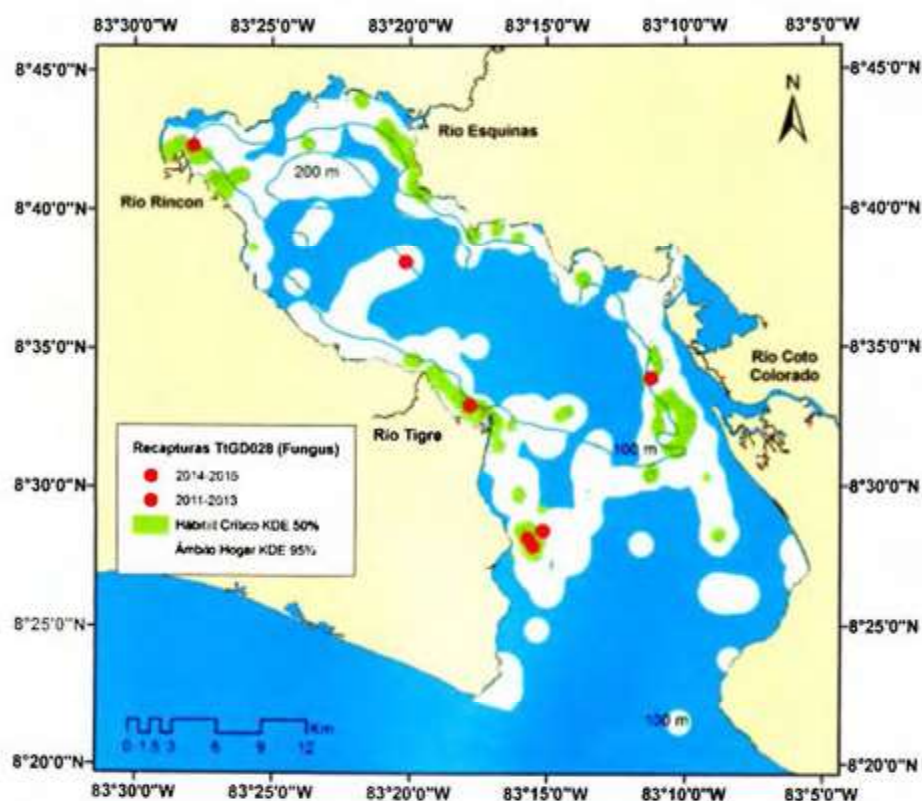


Figura 1.9. Distribución espacial del historial de recapturas de GD017/TiGD028. El registro más actual corresponde a la temporada seca 2014-2015, Golfo Dulce, Costa Rica.

3.5 Distribución espacial de *T. truncatus* afectados con lesiones dérmicas

Desde el 2008 se han observado individuos con lesiones dérmicas en partes visibles de la piel (9,7% de todos los registros para la especie), similares a las producidas por *Lacaziosis* (LLD). Se denotan dos tendencias básicas para la distribución espacial de la enfermedad:

a) El contorno que incluye el 95% de los registros de individuos con lesiones dérmicas (KDE-adaptativo: Densidad 3.38; $H=0.37$; $H-REF= 0.65$) corresponde a la distribución espacial de los animales que presentan este padecimiento. Esto es consecuente con toda la región central del Golfo, desde el Río Tigre hasta Cabo Matapalo en la costa occidental, y desde playa Zancudo hasta Punta Gallardo en la costa oriental.

b) El área núcleo que contiene el 50% de los registros de individuos con lesiones dérmicas (KDE-adaptativo: Densidad 53.79; $H=0.37$; $H-REF= 0.65$) se concentra en la zona de influencia de los ríos Platanares y Tigre, lo que coincide con uno de los mayores centros urbanos de la región, Puerto Jiménez (Figura 1.10).

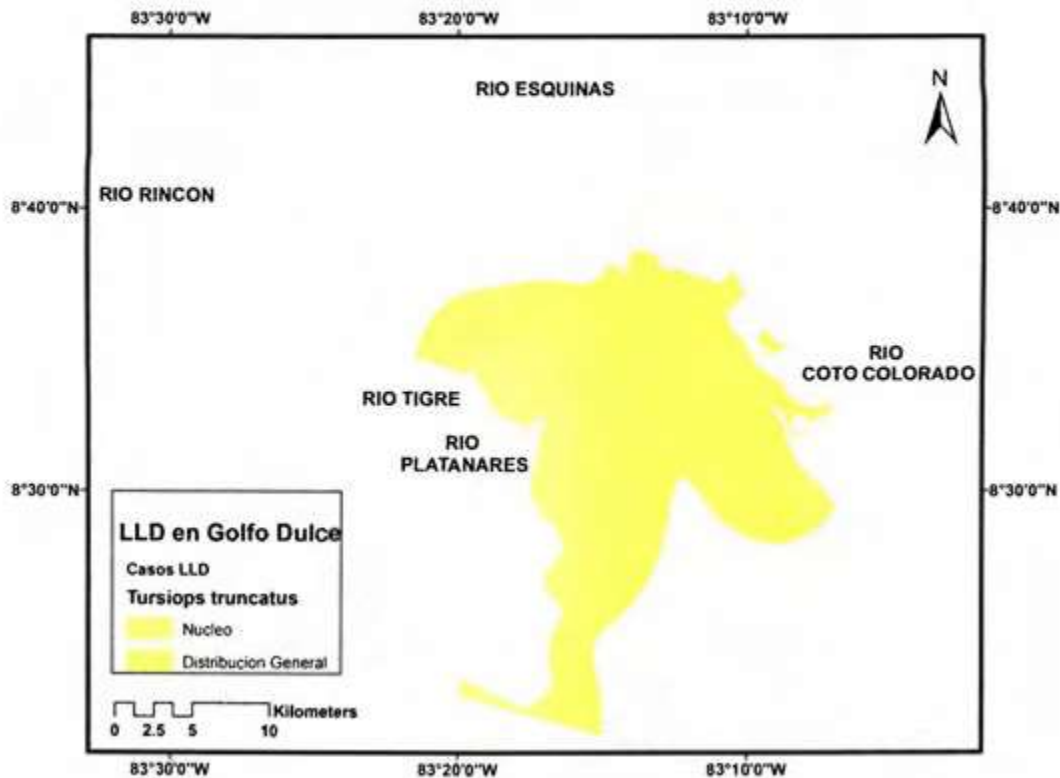


Figura 1.10. Distribución espacial de individuos con lesiones dérmicas similares a las producidas por *Lacaziosis* en Golfo Dulce, el área núcleo es denotado con color naranja y la distribución general con color amarillo.

3.6 Estimación de los índices de degradación ambiental

Los índices de degradación ambiental muestran que las zonas con mayor degradación ambiental dentro de GD son las áreas de Puerto Jiménez, Río Platanares y Coto-Colorado, con índices de degradación de entre 6.8 a 7, en contraste con los Ríos Esquinas y Rincón que son las zonas que presentan una menor degradación ambiental dentro del Golfo, con índices de degradación de 3.1 y 3.5 respectivamente (Cuadro 1.10).

Cuadro 1.10. Índices de degradación del ecosistema marino y costero de Golfo Dulce, en las seis áreas muestreadas. El índice de degradación global es la sumatoria de los índices obtenidos en cada categoría.

	Puerto Jiménez	Río Platanares	Río Tigre	Río Coto Colorado	Río Rincón	Río Esquinas
Calidad Agua	2.4	2.2	2.4	2.2	1.2	0.8
Turismo	3	3	3	3	0	0
Aguas Residuales	3	3	3	3	0	1
Disposición	1	1	1	0	0	0
Desechos						
Agricultura	2	1	3	2	3	1
Ganadería	3	3	3	2	3	2
Modificación	2.6	2.6	1.6	2.6	1.3	1.3
Hábitat						
Desarrollo Costero	3	3	3	3	0	1
Tráfico Marítimo	2	2	1	2	1	1
Deforestación	3	3	3	3	3	2
Sobreexplotación	1	1	1	1	1	1
Recurso Marino						
Pesca	1	1	1	1	1	1
Asentamientos Humanos	1	1	0	1	0	0
Ciudades y Comunidades Costeras	2	2	0	1	0	0
Índice Degradación Global	7	6.8	6	6.8	3.5	3.1

El cuadro 1.11, muestra la correlación existente entre la presencia y ausencia de individuos afectados con lesiones dérmicas similares a las producidas por *Lacaziosis* (LLD), con los índices de degradación ambiental tanto de cada una de las categorías (Calidad de agua, Modificación de Hábitat, Asentamientos Humanos) así como el de degradación ambiental global, y donde se denota que la presencia de individuos afectados con lesiones dérmicas está relacionado con valores iguales o mayores a 6, obtenidos en los índice de degradación ambiental global, calidad de agua y modificación del hábitat que presentan las distintas zonas muestreadas (Cuadro 1.11).

Cuadro 1.11. Correlación no paramétrica de rho de Spearman (Wayne, 1990) entre la presencia y ausencia (P/A) de individuos afectados con LLD y los índices de degradación ambiental de cada una de las categorías (Calidad de agua, Modificación de Hábitat, Asentamientos Humanos y el Global).

	P/A Individuos LLD	Índice Global	Calidad de Agua	Modificación Hábitat	Asentamientos Humanos
P/A Individuos LLD	-	0.84*	0.85*	0.89*	0.40
Índice Global		-	0.74*	0.93*	0.94*
Calidad Agua			-	0.63	0.89*
Modificación Hábitat				-	0.70*

*Correlación significativa $p = < 0.05$

4 DISCUSIÓN

Abundancia: El conocimiento que se tiene sobre la abundancia y estructura poblacional de *T. truncatus* en Costa Rica está restringido a un único estimado hecho en los años 90 para la población de *T. truncatus* de GD, que determinó una población de 80 individuos (Acevedo & Matthews, 2005). El presente estudio provee un nuevo estimado poblacional para delfines nariz de botella del Golfo, con una población total estimada de 123 delfines adultos (95% CI = 107-138) para el periodo 2011-2013. El estimado anterior establece diferencias en abundancia a más de veinte años entre cada evaluación, sin embargo, ambos cálculos deben ser considerados conservativos y la interpretación de las diferencias relativas debe hacerse con cautela. La discrepancia podría estar relacionada con diferencias a nivel metodológico entre los muestreos de captura-recaptura (intervalo de tiempo entre los ciclos de muestreo, áreas muestreadas, etc.), el equipo utilizado (cámaras fotográficas) y criterios de clasificación de las imágenes.

Se consideró el cierre demográfico para poder realizar las comparaciones entre catálogos basándose en estimados poco complejos, ponderando además que la curva de descubrimiento en Acevedo y Matthews (2005), que se hace asintótica a partir del primer año de evaluación, es indicativo de una población cerrada. No obstante, resalta como la cantidad de delfines residentes se reduce de 79% para 1991-1992 a 41% para el periodo 2011-2013. Esta reducción no sería necesariamente por decrecimiento importante del número de individuos residentes (44 vs 36 respectivamente), sino por dilución, al haber un

aumento considerable de individuos de hábitos transitorios. Lo anterior ha hecho que el número de individuos capturados en 2011-2013 sea el doble de lo reportado en 1991-1992, esto se confirma por la curva de descubrimiento del periodo 2011-2013, la cual en apariencia se hace asintótica a partir de la segunda temporada de lluvia (2012). Adicionalmente, los estimados en la transición de una temporada a otra también son discrepantes, con la particularidad, de que la transición entre la temporada lluvia 2012 y seca 2012-2013, evidencia estimados muy parecidos a los de Acevedo y Matthews (2005).

La mayoría de poblaciones costeras de *T. truncatus* están compuestas por grupos relativamente pequeños que residen en un área geográfica determinada durante largos periodos de tiempo (Gowans *et al.*, 2008). La población de *T. truncatus* de GD no es la excepción, con una comunidad residente estimada que se ha mantenido relativamente constante en el tiempo de 44 individuos durante el periodo comprendido entre 1991-1992, y de 36 del 2011-2013, que utilizan el Golfo durante todo el año, demuestra una alta fidelidad al área de estudio. Esta tendencia es influenciada por la predictibilidad de los recursos en tiempo y espacio, que provoca que los individuos se mantengan en el área por largos periodos de tiempo, promoviendo la ventaja para estos individuos residentes de tener un conocimiento detallado de su hábitat en relación a la distribución de presas y depredadores (Bearzi *et al.*, 2008^b, Gowans *et al.*, 2008, Fruet *et al.*, 2011).

Distribución espacial: El patrón de residencia descrito anteriormente y las observaciones de conducta que detallan el uso de hábitat de la población de *T. truncatus* en GD, podrían indicar la influencia que tienen la disponibilidad y la densidad de presas en los patrones de distribución de la especie dentro del área de estudio. Este patrón favorece la afiliación al ámbito costero (Pacheco-Polanco *et al.*, 2011, Oviedo *et al.*, 2015, Herra Miranda *et al.*, 2015), lo que comprueba la variabilidad temporal y espacial de los recursos alimenticios. Esta variabilidad se traduce en el desplazamiento periódico de un individuo entre un área con características específicas, como las señaladas por el contorno KDE 50%, a otras dentro del ámbito hogar (Gowans *et al.*, 2008). La conducta alimentaria no solo influencia la distribución espacial, los hábitos costeros de *T. truncatus* responderían también a la disponibilidad de presas. Es importante resaltar que el delfín nariz de botella es descrito

tróficamente como una especie oportunista, que se alimenta de distintas especies de peces y cefalópodos (Bearzi, 2005a, Bearzi, 2005b, Bearzi *et al.*, 2008, Gowans *et al.*, 2008). En GD, se ha observado a *T. truncatus* alimentarse de presas demersales y epipelágicas como son el pez aguja (*Tylosurus acus pacificus*) y el ballyhoo (*Hemiramphus* sp) (obs. pers.)

Las conductas son respuestas dinámicas, perfectamente ajustables como aproximado del uso de hábitat, y junto a la integración de la información espacial se puede describir la ubicación de estas respuestas ecológicas (Oviedo, 2007, 2008; Oviedo *et al.*, 2012, Oviedo *et al.*, 2015). Por lo tanto, las observaciones de este estudio describen el hábitat crítico de los delfines nariz de botella de GD (Lusseau & Highan, 2004, Hoyt, 2011), esos hábitats críticos son las desembocaduras de los cursos fluviales que drenan en las aguas del Golfo. Pacheco-Polanco y Oviedo (2007) detallan como los frentes mareales que se forman en estas desembocaduras se relacionan con la incidencia de eventos de alimentación.

Los resultados demuestran como los individuos residentes se agregan en los hábitats críticos asociados a ríos, la evidencia más sólida es el individuo catalogado como GD017/TtGD028, el cual se ha identificado como una hembra con cría residente. En contraste, al considerar la gran cantidad de individuos con recapturas menores al 40% de las ocasiones de muestreo fotográfico, la identificación de un ámbito hogar se hace de manera parcial y se restringe a los límites del área de estudio.

Supervivencia de delfines nariz de botella en Golfo Dulce: Los estimados obtenidos nos permiten cuantificar la supervivencia de los individuos de la población en estudio. Sin embargo, se debe resaltar la presencia de delfines residentes capturados en el periodo 1991-1992 y recapturados periódicamente (incluso fuera del periodo correspondiente a la evaluación de este estudio: 2011-2013). Como se mencionó anteriormente, el delfín GD017/TtGD028 fue documentado como un *par madre-cría* para la década de los 90s, si consideramos su última recaptura en la temporada seca 2014-2015, donde también fue observada en compañía de una cría, podríamos entonces inferir, al integrar los valores mínimos de madurez sexual (≈ 5 años) y el periodo entre crías (≈ 3 años), de acuerdo a lo documentado por Wells & Scott (2008), una producción aproximada de 8 crías desde el

primer registro y una supervivencia aproximada, mayor a los 28 años, que representaría el 50% del estimado máximo de longevidad para hembras (57 años). Esta información puede ser considerada como clave en función de los atributos de *T. truncatus* como bioindicador y centinela ambiental. La presencia de depredadores marinos longevos, como es el caso del delfín nariz de botella, se debe considerar como evidencia sustentable de la estabilidad y riqueza del ecosistema marino-costero que estos habitan (Baum & Worm, 2009).

Desde la década de los 90s, se viene observando la presencia de lesiones dérmicas similares a las provocadas por *Lacaziosis* (LLD) en la población residente de *T. truncatus* de GD, un ejemplo es el par madre-cría (GD017/TtGD028). Bessesen *et al.* (2014), estimaron preliminarmente el porcentaje de la población que presenta esta afección (13.2% (n=11)). Sin embargo, en esta investigación se demuestra que el porcentaje de la población con lesiones dérmica es de 9.7% (n=9). Esta tendencia se encuentra asociada a que durante los periodos (1991-1992 y 2010-2011) analizados por Bessesen *et al.* (2014), no se contaba con un estimado poblacional para la especie, que permitiera estimar de manera detallada este porcentaje. Es importante reconocer las limitaciones que tiene el uso de fotografías para determinar la extensión de la enfermedad, ya que algunos individuos pueden presentar lesiones en áreas del cuerpo no fácilmente observadas o fotografiadas, que podrían influir en el estimado total de animales infectados. Al comparar este resultado con lo reportado para otras poblaciones costeras de *T. truncatus* de Suramérica (20%), Norteamérica (12.4%) y África (8.4%), se asume que el porcentaje de individuos con lesiones dérmicas en GD, podría aumentar la posibilidad de que la enfermedad afecte a largo plazo a la población residente de delfines nariz de botella de GD (Moreno *et al.*, 2008, Murdoch *et al.*, 2008, Kiszka *et al.*, 2009).

Distribución espacial de *T. truncatus* con lesiones dérmicas: El 9.7% de la población de *T. truncatus* que presenta lesiones dérmicas utiliza la porción geográfica que cubre toda la región central de GD, desde el río Tigre hasta Cabo Matapalo en la costa occidental y desde playa Zancudo hasta Punta Gallardo en la costa oriental. En esta área, se ha identificado la existencia del mayor hábitat crítico de alimentación para la especie ubicado en la zona de influencia de los ríos Platanares y Tigre, zona que coincide con el área núcleo de la

enfermedad y donde se ha reportado, la presencia de bifenilos policlorinados (PCBs, DDT, DDD, DDE, Dieldrin y BHC) (Spongberg & Davis 1998, Spongberg 2004a, Spongberg 2004b), esto aunado al incremento en la producción agrícola y la expansión de la población en la zona (Umaña, 1998).

Los delfinidos, al presentar un ciclo de vida tipo K, pueden acumular grandes concentraciones de contaminantes en su capa de grasa (Berrow *et al.*, 2002). Estas concentraciones aumentan con la edad, por lo menos en los machos, y decrece en la capa de grasa de las hembras grávidas, ya que son transferidas a su cría durante la gestación y lactancia (Berrow *et al.*, 2002). Estudios preliminares han determinado que concentraciones muy bajas de PCBs y DDT pueden ocasionar un fallo permanente del sistema inmune del animal, además de reducir la producción de testosterona, reduciendo su capacidad reproductiva (Perrin *et al.*, 2002). Por esta razón estos organismos han sido utilizados en un sin número de estudios para indicar la presencia y persistencia de contaminantes de origen antropogénico en los ecosistemas marinos y costeros (Wilson *et al.*, 2000, Gulland & Hall, 2007, Moore 2008, Van Bresseem *et al.*, 2009, Murdoch *et al.*, 2010, Burdett Hart *et al.*, 2012).

Índice de degradación ambiental: El área núcleo de la enfermedad donde se presenta la mayoría de avistamientos de individuos con lesiones dérmicas, son las zonas costeras que mostraron los índices de degradación ambiental más elevados, como fueron las áreas de Puerto Jiménez (6.8) y río Platanares (7), mientras que el área que cubre el ámbito de distribución de la enfermedad exhibe síntomas de degradación moderada, con un valor de 6.8 para el río Coto –Colorado. En estas áreas se presenta un mayor desarrollo costero y es donde se ubican los mayores centros urbanos de la región (Golfito y Puerto Jiménez), los cuales desfogon sus aguas servidas sin ningún tipo de tratamiento al Golfo, con una concentración estimada de 51 353 NMP/100 ml de coliformes fecales al menos para la bahía de Golfito (Umaña, 1998, García *et al.*, 2006). En las riveras de estos ríos, se desarrolla una serie de actividades agrícolas como son la ganadería y los monocultivos de palma africana y banano (Umaña, 1998). El incremento de estas actividades ha introducido una gran cantidad de metales pesados (Fe 5.8 ug/g, Zn 96 ug/g, Cu 87 ug/g, Pb 6 ug/g) y

pesticidas órganoclorados, presentes tanto en la columna de agua (5000 ug/g) como en sedimentos (15.7 ug/g). (Spongberg & Davis, 1998, Acuña-González *et al.*, 2004, Spongberg, 2004a, Spongberg, 2004b, Bessesen, 2015). Aunque no son ni frecuentes ni intensas, las floraciones algales nocivas (HAB, por sus siglas en inglés), han sido reportadas para el Golfo Dulce (Frer & Vargas, 2003, Morales –Ramírez *et al.*, 2004) y podrían ser un factor que afecte los patrones de distribución de *T. truncatus*.

Los valores obtenidos en los índices de degradación ambiental muestran que la calidad del agua ($p=0.85$) y la modificación del hábitat ($p=0.89$) están relacionados con la presencia de individuos afectados con lesiones dérmicas similares a las producidas por *Lacaziosis*. Factores como baja salinidad, temperatura (19 a 34 °C), humedad, régimen de lluvia (1000 a 2000 mm/año), la presencia de contaminantes de origen químico y biológico en estas áreas, así como el uso de hábitat de la especie dentro de GD, influyen en esta tendencia. En otras localidades alrededor del mundo se ha documentado que concentraciones muy bajas de PCBs y DDT pueden causar la supresión del sistema inmune de estos animales por bioacumulación y, por lo tanto, favorecer el ingreso de la enfermedad (Wilson *et al.*, 1999, Learmonth *et al.*, 2006, Moreno *et al.*, 2008, Kiszka *et al.*, 2009, Van Bresseem *et al.*, 2009, Daura-Jorge & Simões-Lopes, 2011, Hart *et al.*, 2012, Bessensen *et al.*, 2014).

El aumento en la temperatura, régimen de lluvias, cambio en las condiciones oceanográficas, salinidad, concentración de dióxido de carbono, pH, frecuencia de las tormentas, velocidad del viento, condiciones del olaje y el patrón del clima producidos por el cambio climático (Learmonth *et al.*, 2006), podría incrementar la susceptibilidad de las poblaciones de cetáceos a las enfermedades por el incremento potencial de patógenos, tasa de supervivencia, transmisión de la enfermedad y la susceptibilidad del huésped (Harvell *et al.*, 2002). Otros posibles impactos producidos por el calentamiento global sobre los cetáceos son la desnutrición y la vulnerabilidad a contaminantes de origen químico y biológico, por cambios en la disponibilidad de presas en una región, que pueden ocasionar la supresión del sistema inmune del animal por el uso de las reservas de grasa, movilizándolo los contaminantes acumulados durante su ciclo de vida (Würsig *et al.*, 2002, Learmonth *et al.*, 2006).

En conclusión, la información que presenta este estudio sobre abundancia y distribución de la población de delfines nariz de botella en GD, determina que es una población de hábitos costeros (Pacheco-Polanco *et al.*, 2011, Oviedo *et al.*, 2015, Herra Miranda *et al.*, 2015) que usa las desembocaduras de los ríos como hábitats críticos de alimentación (Pacheco & Oviedo, 2007, Pacheco-Polanco *et al.*, 2011, Oviedo *et al.*, 2015, Herra Miranda *et al.*, 2015).

Los impactos antropogénicos a los cuales la población residente de delfines nariz de botella de GD está siendo expuesta pueden llegar a ser cruciales, incluso podrían inducir la disminución de la población más importante de delfines costeros del país. Es de esperar que al ejercer mayor presión sobre estas zonas por la construcción de proyectos de infraestructura, como por ejemplo marinas y complejos turísticos, se ponga en riesgo a las poblaciones locales de cetáceos y a la industria turística que depende de ellas (Capítulo dos de esta tesis). El restringido ámbito geográfico utilizado por dicha población de *T. truncatus* y la fuerte dependencia de estos delfines a características ambientales específicas (de estructura y recursos disponibles) los hacen vulnerables a la pérdida y degradación del hábitat.

Para mitigar la pérdida y degradación del hábitat de esta población, es necesario establecer una política de ordenamiento espacial marino-costero de las actividades humanas que se desarrollan en este sistema marino, donde se restrinja la construcción de megaproyectos de alto impacto como son las marinas y complejos turísticos. Estos aspectos deben ser enmarcados en el diseño de estrategias de valoración y manejo de los impactos que producen estas actividades humanas en la zona marino-costera, que alberga asentamientos importantes como Puerto Jiménez y Golfito. Esto mediante un programa de monitoreo de las actividades humanas de la zona, donde se controle las descargas de fertilizantes, plaguicidas y aguas servidas en todas aquellas zonas que alcancen directa o indirectamente al golfo. A similares conclusiones llegaron Morales-Ramírez *et al.* (2015) en su reflexión sobre la conservación del Golfo Dulce.

5. LITERATURA CITADA

- Acevedo, A. & S. Burkhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 46(6): 91-101.
- Acevedo, A & A. Matthews. 2005. Association pattern of bottlenose dolphins in Costa Rica: constant companions and casual acquaintances. In book of Abstracts XVI Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals (p. 8), San Diego, California.
- Acuña-González, J.A., J.A. Vargas-Zamora, E. Gómez-Ramírez & J. García-Céspedes. 2004. Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos en cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 52 (2): 43-50.
- Baum., J.K. & Worm. B. 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of Animal Ecology* 78: 699-714.
- Bearzi, M. 2005a. Habitat Partitioning by Three Species of Dolphins in Santa Monica Bay, California. *Bulletin of Southern California Academic of Science*. 104: 113-124.
- Bearzi, M. 2005b. Aspects of the ecology and behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Santa Monica Bay, California. *Journal Cetacean Research and Management*. 7(1): 75-83.
- Bearzi, G., C.M. Fortuna, & R.R. Reeves. 2008a. Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 39: 92 – 123.
- Bearzi, G., S., Agazzi, S. Bonizzoni, M., Costa & A. Azzellino. 2008b. Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of bottlenose dolphins

Tursiops truncatus in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf, Greece. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater ecosystems* 18: 130-146.

Begon, M., Townsend, C. R. & Harper, J. L. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. (4ta ed.). Oxford, United Kingdom: Blackwell Publishing

Berrow, S., B. Mchugh, D. Glynn, E. MCGovern, K. Parsons, P. Baird & Hooker, S. 2002. Organochlorine concentrations in resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Shannon estuary, Ireland. *Marine Pollution Bulletin*. 44: 1296-1303.

Bermudez, L., M. Van Bresseem, O. Reyes, A. Sayegh & Paniz, A. 2009. Lobomycosis in man and lobomycosis like disease in bottlenose dolphin, Venezuela. *Emerging Infectious Diseases*. 15 (8): 1301-1303.

Bessesen, B., Oviedo, L., Acevedo-Gutiérrez, A., Burdett Hart, L., Herra-Miranda, D., Pacheco-Polanco, J.D., Baker, L., Saborío-R, G & L. Bermúdez-Villapol. 2014. Lacaziosis-like disease in Costa Rica from photographic records of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in Golfo Dulce. *Emerging Infectious Diseases* 107: 173-180.

Bessesen, B. 2015. Occurrence and distribution patterns of several marine vertebrates in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 63(1): 261-272.

Brenes C. L. & S. León. 1988. Algunos aspectos físico-químicos del Golfo Dulce. *Ingeniería en Ciencia Química*. 12: 12-16.

Burdett Hart, L., D.S. Rotstein, R.S. Wells, J. Allen, A. Barleycorn, B.C. Balmer, S.M. Lane, T. Speakman, E. S. Zolman, M. Stolen, W. McFee, T. Goldstein, T.K. Rowles & L.H. Schwacke. 2012. Skin Lesions on Common Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) from Three Sites in the Northwest Atlantic, USA. *Plos One* 7(3): e33081. doi: 10.1371/journal.pone.0033081.

- Chacón, D. 2013. Research and Conservation Project of the Green Turtle (*Chelonia mydas*) and Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the South Pacific of Costa Rica. Final Report. Presented to People Trust for Endangered Species. 18.
- Christiansen, F., Rasmussen, M. & D. Lusseau. 2013. Inferring activity budgets in wild animals to estimate the consequences of disturbances. *Behavioral Ecology* 24(6): 1415–1425.
- Cubero-Pardo, P. 1998. Distribución y patrones de actividad del bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) en el Golfo Dulce. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica. 102p.
- Cubero-Pardo, P. 2007. Distribución y condiciones ambientales asociadas al comportamiento del delfín bufeo (*Tursiops truncatus*) y el el delfín manchado (*Stenella attenuata*) (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 55(2): 549-557.
- Daura-Jorge, F & Simões-Lopes, A. 2011. Lobomycosis like disease in wild bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* of Laguna, southern Brazil: monitoring a progressive case. *Diseases of Aquatic Organisms*. 93: 163-170.
- Dick, D. & Hines. E.M. 2011. Using distance sampling techniques to estimate bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) abundance in Turneffe Atoll, Belize. *Marine Mammals Science* 27(3) 606-621.
- Fernández, R, M. Begoña-Santos, G.J. Pierce, A. Llavona, A. López, M.A. Silva, M. Ferreira, M. Carrillo, P. Cermeño, S. Lens & S.B. Piertney. 2011. Fine scale genetic structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Atlactic coastal waters of the Iberian Peninsula.

- Freer, E & M, Vargas-Montero. 2003. Floraciones algales nocivas en la costa pacífica de Costa Rica: toxicología y sus efectos en el ecosistema y salud pública. *Acta Médica Costarricense* 45 (4): 158-164.
- Fruet, P.F., E.R., Secchi, J.C., Di Tullio & P.G. Kinas. 2011. Abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae), inhabiting the Patos Lagoon estuary, southern Brazil: Implications for conservation. *Zoología* 28(1): 23-30
- Forting, M. J., Dale, M. R. T. & Ver Hoef, J. 2002. Spatial analysis in ecology. En A. H. El-Shaarawi, & W. W. Piergorsch, (Ed.). *Encyclopedia of Environmetrics* (pp. 2051-2058). New Jersey, EEUU.: Wiley.
- García-Céspedes, J., J.A. Acuña-González & J.A. Vargas-Zamora. 2004. Metales traza en sedimentos de cuatro ambientes costeros de Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 52 (2): 51-60.
- García, V., J. Acuña-González, J.A. Vargas-Zamora & J. García-Céspedes. 2006. Calidad bacteriológica y desechos sólidos en cinco ambientes costeros de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 54 (1): 35-48.
- Genov, T., P. Kotnjek, J. Lesjak & A. Hace. 2008. Bottlenose dolphins (*T. truncatus*) in Slovenian and adjacent waters (Northern Adriatic Sea). *ANNALES Journal* 18(2): 227-244.
- Gómez-Salazar, C., M. Coll & H. Whitehead. 2012. River dolphins as indicators of ecosystem degradation in large tropical rivers. *Ecological Indicators* 23: 19-26.
- Gowans, S., Würsig, B. & L. Karczmarski. 2008. The social structure and strategies of delphinids: predictions based on an ecological framework. *Advances in Marine Biology* 53: 195-294.

- Hale, P.T, A.S. Barreto & G.J. Ross. 2000. Comparative morphology and distribution of the *aduncus* and *truncatus* forms of bottlenose dolphin *Tursiops* in the Indian and Western Pacific Oceans. *Aquatic Mammals*. 26(2): 101-110.
- Hall, L.S., P.R. Krausman, & M.L. Morrison. 1997. The habitat concept for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25:173-182
- Harzen, S & B.J. Brunnick. 1997. Skin disorders in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), resident in the Sado estuary, Portugal. *Aquatic Mammals* 23(1): 59-68.
- Harvell, C.D., Mitchell, C.E., Ward, J.R., Altizer, S., Dobson, A.P., Ostfeld, R.S. & Samuel, M.D. 2002. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science* 296: 2158-2162.
- Hebblen, D., B. Beese & C. Cortez. 1996. Morphology and sediment structures in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(3): 1-10.
- Herra-Miranda, D., Oviedo, L., Pacheco-Polanco, J.D., Figgner, C., Márquez-Artavia, A., Quiros-Pereira, W., Jiménez, A & M, Íñiguez. 2015. Análisis espacial de los hábitats críticos de cetáceos costeros en Golfo Dulce y consideraciones acerca de proyectos de construcción de marinas. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras*.
- Hoyt, E. 2011. Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises. A World Handbook for Cetacean Habitat Conservation. Earthscan, London. 492p.
- Karcmarski, L., B. Wursig, G. Gailey, K.L. Larson & C. Vanderlip. 2005. Spinner dolphins in a remote Hawaiian atoll: social grouping and population structure. *Behavioral Ecology*. 16(4): 675-685.
- Krausman, P. R. 1999. Some basic principles of habitat use. In *Grazing behavior of livestock and wildlife* (Vol. 70, pp. 85-90). Moscow, ID: Idaho Forest, Wildlife and Range Exp. Sta. Bull No. 70, University of Idaho.

- Keith, M., Atkins, S., Johnson, A.E. & L. Karczmarski. 2013. Area utilization pattern of humpbacked dolphins (*Sousa plumbea*) in Richards Bay, KwaZulu-Natal, South-Africa. *Journal of Ethology* 31: 261-274.
- Kiszka, J., M. Van Bresselem & Pusineri, C. 2009. Lobomycosis like disease and other skin conditions in Indo-Pacific bottlenose dolphins *Tursiops aduncus* from the Indian Ocean. *Disease of Aquatic Organisms*. 84: 151-157.
- Laska, D., Speakman, T. & Fair. P.A. 2011. Community overlap of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) found in coastal waters near Charleston, South Carolina. *Journal of Marine Animals and Their Ecology* 4(2): 10-18.
- Learmonth, J.A., Macleod, C.D., Santos, M.B., Pierce, G.J., Crick, H.Q.P & R.A. Robinson. 2006. Potential effects of Climate Change on Marine Mammals. *Journal of Oceanography and Marine Biology* 44: 431-464.
- Lei, Z. 2002. Marine coastal dynamics and primary production responses in Golfo Dulce, Costa Rica: A multi-sensor satellite approach. Master degree thesis. International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands. 114.
- Lodi, L., Wedekin, L.L., Rossi-Santos, M.R & M.C. Marcondes. 2008. Movement of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil. *Biota Neotropical* 8(4): 205-209.
- Lusseau, D. & J. Higham. 2004. Managing the impacts of dolphin-based tourism through the definition of critical habitats: the case of bottlenose dolphins (*Tursiops spp.*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Tourism Management*. 25: 657-667.

- Mann, J., R. Connor, P. Tyack & H. Whitehead. 2000. Cetacean Societies. Field Studies of Dolphins and Whales. The University of Chicago Press, Chicago and London. 433 pp.
- May-Collado, L., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K. & Sereg, I., 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica, based on data collected from 1979–2001. *Revista de Biología Tropical*. 53: 249–263.
- Mattos, P.H., L.D. Rosa & P.F. Fruet. 2007. Activity budgets and distribution of bottlenose dolphins (*T. truncatus*) in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. *Latin-American Journal of Aquatic Mammals*. 6(2): 161-169
- Mendes, S., W. Turrell, T. Lütkebohle, & P. Thompson. 2002. Influence of the tidal cycle and a tidal intrusion front on the spatio-temporal distribution of coastal bottlenose dolphins. *Marine Ecology Progress Series*. 239: 221-229.
- Morales-Ramírez, A. Vargas-Montero, M. & Freer, E. 2004. HAB's in Golfo Dulce, Costa Rica: a unique fjord – like embayment on the eastern tropical Pacific. Abstract. Open Science Meeting on HBBs in Fjords and coastal embayments. The Global Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms Program. 26-29 April 2004. Viña del Mar. Chile.
- Morales-Ramírez, A., Acuña-González, J., Lizano, O., Alfaro, E. & Gómez, E. 2015. Rasgos oceanográficos en el Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica: una revisión para la toma de decisiones en conservación marina. *Revista de Biología Tropical*. 63(1): 131-160.
- Moreno I.B, Ott P.H, Tavares M, Oliveira L.R, Borda M.R, Driemeier D, Nakashima S.N, Heinzelman L.S, Siciliano S & Van Bresse M.F. 2008. Mycotic dermatitis in common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from southern Brazil, with a

confirmed record of lobomycosis disease. Paper SC/60/DW1 presented to the IWC Scientific Committee, Santiago, Chile.

Moore, S. 2008. Marine Mammals as Ecosystem Sentinels. *Journal of Mammalogy* 89(3): 534-540

Murdoch M.E, Reif J.S, Mazzoil M, McCulloch S.D, Fair P.A, Bossart G.D. 2008 Lobomycosis in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Indian River Lagoon, Florida: estimation of prevalence, temporal trends, and spatial distribution. *EcoHealth* 5: 289–297.

Möller, L.M, J. Wiszniewski, S.J. Allen & L.B. Beheregaray. 2007. Habitat type promotes rapid and extremely localized genetic differentiation in dolphins. *Marine and Freshwater Research*. 58: 640-648.

Natoli, A., A. Birkun, A. Aguilar, A. Lopez & A. Hoelzel. 2005. Habitat structure and the dispersal of male and female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science*. 272: 1217-1226.

Oviedo, L. 2007. Dolphin sympatric ecology in a tropical fjord: habitat partitioning by bathymetry and topography as a strategy to coexist. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. 87: 1-9.

Oviedo, L. 2008. Análisis del uso de hábitat del delfín manchado pantropical *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphimidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. Trabajo final de graduación para optar por el grado de Maestría. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. San José, Costa Rica.

Oviedo, L., J.D. Pacheco-Polanco & D. Herra-Miranda. 2009. Evaluación de los riesgos de afectación por el establecimiento de granjas atuneras en relación con la distribución

espacial de cetáceos en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* 1: 159-174.

Oviedo, L., D. Herra-Miranda, J.D. Pacheco-Polanco, A. Márquez-Artavia, W. Quirós-Pereira, M.G. Hernández-Silva & C. Figgenger. 2012. The critical foraging habitats of bottlenose and coastal pantropical spotted dolphins in Golfo Dulce, Costa Rica. Report of Scientific Committee. International Whaling Commission, Panama City. 78.

Oviedo, L., D. Herra-Miranda, J.D. Pacheco-Polanco, C. Figgenger, A. Márquez-Artavia. & W. Quiros-Pereira. 2015. Diversidad de cetáceos en el paisaje marino costeros de Golfo Dulce, Península de Osa, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 63(2): 395-406.

Pacheco-Polanco, J.D. & L. Oviedo. 2007. Determinación del hábitat crítico de alimentación de delfines nariz de botella (*T. truncatus*) en Golfo Dulce, Costa Rica. VII Congreso Venezolano de ecología. Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela.

Pacheco-Polanco, J.D. Oviedo, L. Herra-Miranda, D & M.A. Silva. 2011. The Occurrence of Coastal and Oceanic Bottlenose Dolphins Off The Southern Pacific Coast of Costa Rica. *Abstract book of the XVII Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Tampa, Fla.*

Pacheco-Polanco, J.D, D. Herra-Miranda & L. Oviedo. 2014. Distribución Espacial de Lobomycosis en la Población Residente de Delfín Nariz de Botella *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) Ecotipo Costero en Golfo Dulce, Costa Rica. X Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos, Cartagena, Colombia.

- Paniz-Mondolfi, A., C. Talhari, L. Sander-Hoffmann, D.L. Connor, S. Talhari, L. Bermúdez-Villapol, M. Hernández-Pérez & Van Bresseem, M.F. 2012. Lobomycosis: an emerging disease in humans and delphinidae. *Mycoses*. 55: 298-309.
- Pollock, K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. & Hines, J.E. 1990. Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monography* 107: 1–97.
- Quesada-Alpizar, M & J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Revista de Biología Tropical* 54(1): 101-145.
- Richards, F.A., J.J. Anderson & J.D. Clide. 1971. Chemical and physical observations in Golfo Dulce, an anoxic basin on the Pacific coast of Costa Rica. *Limnology and Oceanography* 16: 43-50.
- Rincón-Alejos, F & D. Ballesteros-Sakson. 2015. Hidrografía y Plumas Estuarinas en Golfo Dulce, Pacífico Sur de Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 63(2): 161-181
- Rodgers, A.R. & A.P. Carr. 1998. HRE: home range extension for ArcView. Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, Canada.
- Rodgers A.R, A.P. Carr, L. Smith & J.G. Kie. 2005. HRT: home range tools for ArcGIS. Ontario Ministry of Natural Resources, Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, Canada
- Rotstein D.S, L.G Burdett Hart, W. McLellan, L. Schwacke, T. Rowles, K.A. Terio, S. Schultz & A. Pabst. 2009 Lobomycosis in offshore bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), North Carolina. *Emerging Infectious Diseases* 15: 588–590.

- Silva, A.M & Acuña-González, J. 2006. Caracterización físico-química de dos estuarios de la bahía de Golfito, Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 54(1): 241-256.
- Silva., M.A., Magalhães., S., Prieto., R., Santos., R.S. & Hammond., P.S. 2009. Estimating survival and abundance in a bottlenose dolphin population taking into account transience and temporary emigration. *Marine Ecology Progress Series*. 392: 263-276.
- Sheneider, K. 1999. Behaviour and ecology of bottlenose dolphins in Doubtful Sound, Fiordland, New Zealand. PhD Thesis. University of Otago, New Zealand.
- Speakman, T.R., S.M. Lane, L.H. Schwacke, P.A. Fair & E.S. Zolman. 2010. Mark-recapture estimates of seasonal abundance and survivorship for bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) near Charleston, South Carolina, USA. *Journal of Cetacean Research Management* 11(2): 153-162
- Svendsen, H., R. Rosland, S. Myking, J.A. Vargas, O.G. Lizano & E.J. Alfaro. 2006. A physical oceanographic study of Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 54(1): 147-170.
- Smith, H. 2012. Population dynamic and habitat use of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*), Bunbury, Western Australia. PhD. Thesis. Murdoch University, Western Australia. 180 pp.
- Spongberg, A. & P. Davis. 1998. Organochlorinated pesticide contaminants in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 46(6): 111-124.
- Spongberg, A. 2004a. PCB contamination in marine sediments from Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, **52(2)**, 23-32.

- Spongberg, A. 2004b. PCB contamination in surface sediments in the coastal waters of Costa Rica. *Revista Biología Tropical*, **52(2)**, 1-10.
- Stockin, K., C. Weir, & Pierce, G. 2006. Examining the importance of Aberdeenshire (UK) coastal waters for North Sea bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. 86: 201-207.
- Tezanos – Pinto, G, C.S. Baker, K. Russell, K. Martien, R.W. Baird, A. Hutt, G. Stone, A.A. Mignucci - Giannoni, S. Caballero, T. Endo, S. Lavery, M. Oremus, C. Olavarría & C. Garrigue. 2009. A worldwide perspective on the population structure and genetic diversity of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in New Zealand. *Journal of Heredity*. 100(1): 11-24.
- Van Bresseem, M.F., J.A. Raga, G. Di Guardo, P.D. Jepson, P.J. Duignan, U. Siebert, T. Barrett, M.C. de Oliveira Santos, I.B. Moreno, S. Siciliano, A. Aguilar & K. Van Waerebeek. 2009. Emerging infectious diseases in cetaceans worldwide and the possible role of environmental stressors. *Diseases of Aquatic Organisms* 83: 143-157.
- Vargas, J.A. & M. Wolff (eds). 1996. Ecosistemas costeros de Costa Rica con énfasis en el Golfo Dulce y áreas adyacentes: una visión sinóptica basada en la expedición del Buque Oceanográfico Victor Hensen 1993-1994 y estudios previos. *Revista de Biología Tropical* 44 (3): 238-257
- Wayne, D. 1990. *Applied nonparametric statistics*. PWS-Kent, Second Edition. Boston 358-365.
- Well, R. & Scott. M.D. 1990. Estimating Bottlenose Dolphin Population Parameters From Individual Identification and Capture-Release Techniques. Report of Scientific Committee. International Whaling Commission. (Special Issue) 12: 407-415

- Wells, R. & Scott, M.D. 2008. Common Bottlenose Dolphins *Tursiops truncatus* Pages 249-255 In Perrin W.F., Wursig B. and Thewissen J.G.M, eds. Encyclopedia of Marine Mammals, Second Edition. Academic Press, San Diego
- Wilson, B., H. Arnold, B. Bearzi, M. Fortuna, R. Gaspar, S. Ingram, C. Liret, S. Pribanic, A. Read, V. Ridoux, K. Schneider, K. Urian, R. Wells, C. Wood, M. Thompson & Hammond, P.S. 2000. Epidermal diseases in bottlenose dolphins: impacts of natural and anthropogenic factors. Proc. R. Soc. Lond. B 1999(266):1077-1083.
- Wolff, M., H. J. Hartmann & V. Koch. 1996. A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like embayment, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 44(3): 215-231.
- Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. Ecology 70:164–168
- Wursig, B., & Jefferson. T.A. 1990. Methods of photo-identification for small cetaceans. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue) 12:43–55.
- Würsig, B., Reeves, R.R. & Ortega-Ortiz, J.G. 2002. Global climate change and marine mammals. In Marine Mammals: Biology and Conservation, P.G.H. Evans & J.A. Raga (eds). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 589–608.

CAPÍTULO II

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO CETÁCEOS EN GOLFO DULCE: UNA HERRAMIENTA DE GESTIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Como prácticamente cualquier otro organismo marino, históricamente las ballenas y los delfines han sido sujeto de uso por parte del ser humano (Cisneros-Montemayor *et al.*, 2010). Durante el siglo pasado, los cetáceos fueron vistos como un recurso de consumo, del cual se podía extraer una gran cantidad de productos. Esta práctica llegó a su fin en la década de los 80 cuando el mundo presenció el colapso de las poblaciones de ballenas, lo que impulsó a la Comisión Ballenera Internacional, en 1986, a declarar una moratoria sobre su captura, protegiendo a estas especies de la extinción (O'Connor *et al.*, 2009). Desde esta moratoria, la observación de cetáceos se ha convertido en la actividad más viable y sostenible (Parsons & Rawles, 2003). La observación de ballenas y delfines se define como tours por embarcaciones, aire o desde tierra, de manera formal o informal, con al menos algún aspecto comercial, implícito en la realización de observación, o nado, con alguna de las más de 85 especies de cetáceos (Bearzi *et al.*, 2008, Hoyt, 2007, Hoyt, 2011).

Los cetáceos en el contexto de Costa Rica representan un elemento clave de la biodiversidad marina que posee el país, con una riqueza de especies que abarca aproximadamente 25 especies reportadas para el Pacífico y el Caribe de Costa Rica, de las cuales 19 especies han sido reportadas para el Pacífico Sur de Costa Rica (Rodríguez-Fonseca, 2001, May-Collado *et al.*, 2005, Martínez-Fernández *et al.*, 2007, Oviedo & Solís, 2008, Martínez-Fernández *et al.*, 2010, Oviedo *et al.*, 2015). Algunas de estas especies muestran un carácter residente, como el delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*) y el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*); mientras que otras, como la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*), muestran hábitos más transicionales. En GD, once especies de cetáceos han sido reportadas (Oviedo *et al.*, 2015), sin embargo, resaltan particularmente las poblaciones simpátricas de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y delfines

manchados pan-tropicales (*S. attenuata*) que son avistados frecuentemente (Oviedo 2007, 2008), consideradas como especies residentes (Acevedo & Burkhart, 1998).

El turismo es un importante sector de la economía nacional, que contribuye con el 4.6% del producto interno bruto (PBI). De acuerdo con Hoyt & Iñiguez (2008), el crecimiento de la actividad turística de avistamiento de cetáceos en Latinoamérica entre 1998 y el año 2006, estuvo encabezado por Costa Rica con un 74.5 % a nivel nacional; se estima que al menos 9 comunidades costeras y un aproximado de 76 embarcaciones se dedican a esta actividad (Hoyt & Iñiguez, 2008). Dado su privilegiada posición geográfica, la costa del Pacífico costarricense posee una de las temporadas más largas (temporada de ballenas del Pacífico Norte: diciembre a marzo; temporada de ballenas del Pacífico Sur: julio-octubre) para la observación de ballenas jorobadas, actividad que genera ingresos en comunidades costeras del Pacífico Sur. Se estima que la actividad de observación de cetáceos ha generado beneficios directos para las comunidades (y asentamientos aledaños) de Marino-Ballena, Sierpe, Bahía Drake, Puerto Jiménez y Golfito de cerca de \$ 2.400.000.00 (Hoyt & Iñiguez, 2008).

Esta relevancia a nivel económico trae como sub-producto el impacto a poblaciones silvestres por la actividad de observación turística, causada por el aumento en el tráfico marítimo, tal como lo documentó Montero-Cordero y Lobo (2010) al describir el posible efecto de las embarcaciones sobre el comportamiento del delfín manchado pantropical en nuestro Pacífico Sur. En GD, esta actividad no solo produce un impacto negativo sobre las poblaciones de cetáceos, sino también otras actividades marino-costeras que se realizan, como lo son el desarrollo de infraestructura (marinas y complejos turísticos), contaminación por actividades agrícolas, turísticas, pesqueras, disposición de desechos, aguas residuales, silvicultura, tráfico marítimo y deforestación (Wolff *et al.*, 1996, Spongberg & Davis, 1998, Umaña, 1998, Spongberg, 2004a, Spongberg, 2004b, Oviedo *et al.*, 2009, Bessesen *et al.*, 2014). Estos impactos han sido ampliamente discutidos por Quesada-Alpizar & Cortes (2006) y Morales-Ramírez (2013). Este estudio tiene como objetivo principal, realizar una valoración económica del impacto que podría ocasionar la

pérdida de esta población de *T. truncatus* del área para las comunidades costeras que se benefician económicamente de su presencia.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

GD es un "mar" interno en forma de "fiordo", con una longitud de 50 km y de 10 a 15 km de ancho, con una superficie total de 750 km², situado en el Pacífico Sur de Costa Rica, entre los 8°33'N y 83°14'O (Wolff *et al.*, 1996, Acevedo & Burkhart, 1998; Cubero, 1998; Svendsen *et al.*, 2006; Oviedo *et al.*, 2015; Morales-Ramírez *et al.*, 2015). La costa norte se encuentra dominada por zonas boscosas y playas rocosas. Grandes extensiones deforestadas dominan la costa este y oeste, donde se ubican las ciudades costeras de Golfito y Puerto Jiménez, concentrándose el núcleo poblacional de la región con 36.392 y 8.791 habitantes respectivamente (Wolff *et al.*, 1996, Spongberg & Davis 1998, Umaña 1998, Spongberg 2004a, Spongberg 2004b) (Figura 2.1).

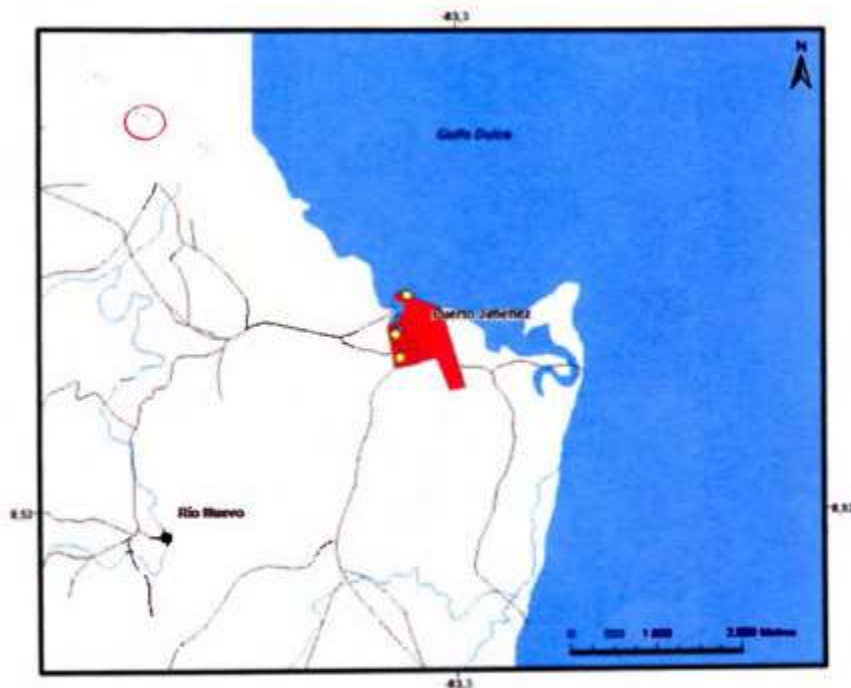


Figura 2. 1. Zona de estudio en Golfo Dulce. Los puntos amarillos muestran las áreas donde se aplicaron las encuestas a turistas y habitantes locales, el área urbana de Puerto Jiménez se muestra en rojo.

2.2 Recolección de Datos

Los muestreos fueron dirigidos a valorar económicamente la actividad de avistamiento de delfines y ballenas en GD (indicador indirecto del valor del recurso), mediante la aplicación de tres tipos de encuestas estructuradas (Anexo 1), llevadas a cabo en la comunidad costera de Puerto Jiménez. Con la finalidad de determinar la muestra, las comunidades costeras de La Palma, Cañaza, Puerto Jiménez, y Golfito fueron visitadas los días 23, 24 y 25 de enero del 2013, para establecer en cada una de ellas, el cumplimiento de los siguientes criterios de selección: 1) la comunidad dependía de actividades relacionadas al avistamiento de ballenas y delfines, 2) la cantidad de turistas que buscaban este servicio, 3) la presencia de tour-operadoras que ofrecían el servicio, y 4) la comunidad contaba con la infraestructura y logística para brindar este servicio. La comunidad de Puerto Jiménez fue la única comunidad costera de la región que cumplía con los criterios antes mencionados (cuadro 2.1).

Con la intención de entrevistar a los grupos de interés (turistas, habitantes y tour-operadores), las encuestas estructuradas se aplicaron en áreas de alta concentración de personas (muelle, centro de la ciudad y a todas las tour-operadoras), por voluntarios previamente entrenados para realizar esta labor. Las encuestas estructuradas dirigidas a los habitantes y turistas fueron aplicadas al azar, mientras que las dirigidas a los tour-operadores lo fueron de manera específica, intentando cubrir tanto a las tour-operadoras como a los capitanes de embarcaciones que ofrecían este servicio de manera informal. Los muestreos abarcan un total de 24, realizados durante las temporadas: seca (noviembre – mayo) y lluviosa (junio – octubre), de enero 2013 hasta agosto 2014, los muestreos se iniciaban en periodos matutinos (10:00) y culminaban a mitad de la tarde (14:00), este periodo de muestreo fue escogido dado que permitía cubrir todas las excursiones de avistamiento de ballenas y delfines (medio día y todo el día) que realizan las agencias tour-operadoras en las comunidades costeras.

Cuadro 2. 1. Criterios de selección de las comunidades costeras aptas para aplicar las encuestas estructuradas.

Comunidades	Depende del Avistamiento de cetáceos	Cantidad de Turistas que buscan el servicio	Infraestructura y logística para brindar servicio	Tour-Operadoras en la zona que ofrecen servicio
La Palma			X	
Cañaza			X	
Puerto Jiménez	X	X	X	X
Golfito			X	

2.3 Análisis de Datos

Por medio del programa estadístico PAST se procedió a determinar el tamaño de la muestra de los grupos de interés (habitantes y turistas) en las comunidades costeras a un 95% de nivel de confianza. Los tres tipos de encuestas estructuradas constaron de dos secciones, la primera con datos generales del encuestado, y la segunda con datos específicos de interés (Anexo 1). Los datos generados de la aplicación de los tres tipos de encuestas estructuradas se tabularon mediante el programa Microsoft Excel 2007 y se generaron seis matrices de datos, dos por cada tipo de encuesta. Cada matriz de datos fue analizada de manera individual y luego graficada. Los datos considerados como extremos (estadías mayores a 30 días) fueron eliminados del análisis para evitar una sobre estimación de los ingresos totales recibidos por las comunidades costeras. El análisis de los datos fue realizado mediante tres métodos distintos de valoración económica, lo que permitió estimar el beneficio y la pérdida de ingresos que podrían sufrir las comunidades costeras de la región, por la disminución de las poblaciones de cetáceos. Los métodos de valoración económica utilizados para el análisis se describen a continuación:

2.3.1 Costo de viaje

El costo de viaje se define como un método de valoración económica indirecta que permite estimar los gastos directos e indirectos en que incurren los turistas por realizar la actividad de observación de cetáceos en GD. Los gastos directos son el monto estimado gastado en tours de avistamiento de cetáceos y se encuentran basados en una unidad de costo mínima (precio del boleto) de los tours (el costo directo de avistar cetáceos), mientras que los gastos indirectos son el dinero adicional gastado por los turistas en el transcurso de

su viaje de avistamiento de cetáceos, que incluyen los costos del traslado, hospedaje, alimentación, ropa especial y *souvenirs* (Hoyt & Iñiguez, 2008). Los gastos directos (GDI) se calcularon multiplicando el número total de turistas (WWs) que participaron de actividades de observación de cetáceos en Golfo Dulce, por el precio promedio del boleto (PUB) tanto para tours de medio día como de todo el día; los gastos indirectos (GI) fueron calculados multiplicando la cantidad de turistas, por el gasto promedio en que incurría un turista en el traslado (T), alimentación (A) y hospedaje (H), para la alimentación y el hospedaje se calculó con base en una estadía promedio (EP) de 4.8 días. Las ecuaciones utilizadas para la estimación de estos gastos se describen a continuación:

Ec1.

$$\mathbf{GDI = WWs \times PUB}$$

Ec2.

$$\mathbf{GI = (WWS \times T) + (WWs \times (H + A) \times EP)}$$

El ingreso total (IT) recibido por las comunidades costeras se calculó sumando los gastos totales directos e indirectos, en que incurrían los turistas por realizar actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en GD, la ecuación utilizada se describe a continuación:

Ec3.

$$\mathbf{IT = GDI + GI}$$

2.3.2 Costo de relocalización

El costo de relocalización se define como un método de valoración económica indirecto utilizado para estimar los costos potenciales que implicaría para la industria turística enfocada en cetáceos la pérdida de las poblaciones de cetáceos de GD. El costo total de operación (CT) para la industria de avistamiento se calculó para distintos

escenarios, éstos implicaron un aumento en el tiempo invertido en el agua por las embarcaciones en busca del recurso, al aumentar la distancia recorrida por las embarcaciones en busca del recurso, y sus costos operativos (combustible y mantenimiento del motor) y, por tanto, una disminución de los beneficios económicos obtenidos. Este costo se calculó al multiplicar el salario promedio (SP) recibido por los capitanes de las embarcaciones por los meses que presentan mayor demanda del servicio (7 meses) y sumar la gasolina (G) utilizada por las embarcaciones durante las salidas al mar en busca de cetáceos (cantidad de salidas (CS)), más el costo de mantenimiento de las embarcaciones (MB) por horas, dado que al motor de una embarcación se le realiza el mantenimiento rutinario cada 80 horas. A continuación se describe con detalle la ecuación utilizada para estimar estos costos:

Ec4.

$$CT = ((SP (7) (\#E) + G (CS) (\#E) (7)) + (MB (80 \text{ Horas}) \times \#E)$$

2.3.3 Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio se define como un método de valoración económica directa utilizado para estimar los costos y beneficios que tiene la comunidad costera de Puerto Jiménez por la presencia de una población de *T. truncatus* en GD. El beneficio económico recibido por las comunidades costeras se calculó restándole al ingreso total (IT) recibido por las comunidades costeras el costo total (CT) que tiene la actividad para los tour operadores. La ecuación utilizada para este cálculo se describe a continuación:

Ec5.

$$B = IT - CT$$

3. RESULTADOS

3.1 Información general de los habitantes de Puerto Jiménez

El índice de inmigración de personas desde las distintas provincias del país hacia la comunidad de Puerto Jiménez lo domina la provincia de Puntarenas con un 54%, seguida

por San José con un 30%, mientras que el restante 16% se encuentra distribuido uniformemente entre el resto de provincias (Figura 2.2).

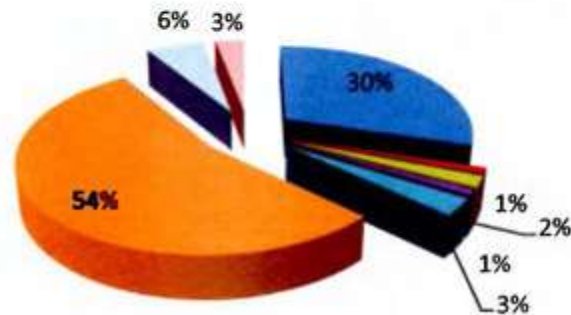


Figura 2. 2. Índice de Inmigración de los habitantes la comunidad de Puerto Jiménez.

El rango de edad de los habitantes encuestados en la comunidad costera de Puerto Jiménez, se encuentra dominado en un 59 % por el rango de entre 20 a 40 años, mientras que el 41% restante se encuentra distribuido entre el resto de categorías, en donde resaltan los rangos de 50-60 y 70-80 años sobre el resto de categorías (figura 2.3).

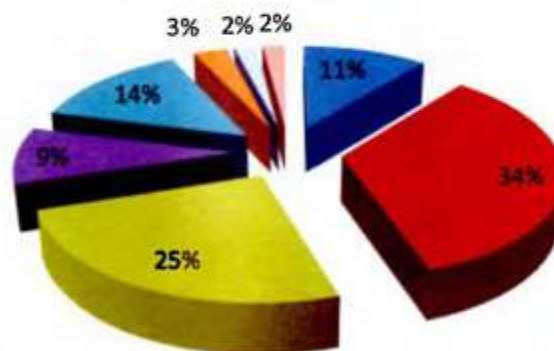


Figura 2. 3. Rango de edad de los habitantes de la comunidad costera de Puerto Jiménez.

El gráfico 2.4 muestra que el 44 % de los habitantes encuestados en la comunidad costera de Puerto Jiménez son solteros, seguido por los casados con un 30 %, mientras que el restante 26% se encuentra distribuido entre unión libre (15 %) y otros (11%) (Figura 2.4).

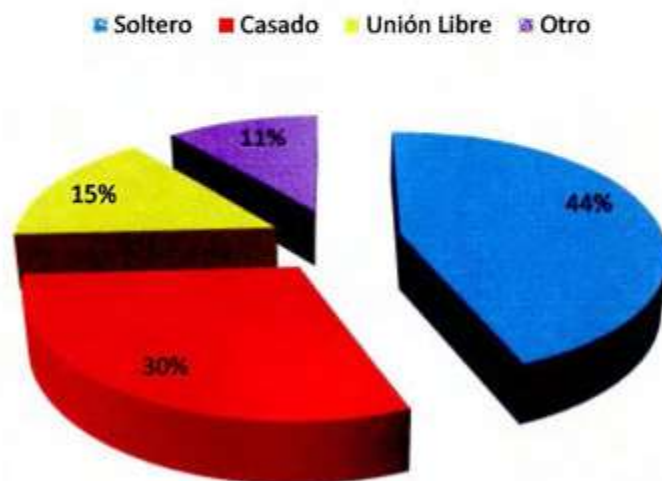


Figura 2. 4. Estado civil de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez.

El 46% de los habitantes en Puerto Jiménez labora para la manutención de su núcleo familiar en actividades relacionadas a servicios (Comerciante, Agente de Ventas, Mecánica, Contratista, Electricista, Taxista, etc.), mientras que un 28% depende de actividades turísticas (Chef, Salonero, Guía Turístico, Capitán, Administrador, etc.) (Figura 2.5).

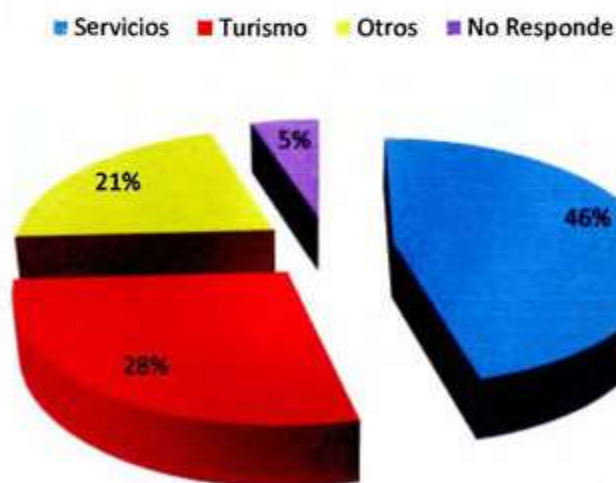


Figura 2. 5. Índice laboral de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez

La percepción local de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez sobre la importancia de los cetáceos en GD muestra que el 45% de los encuestados opinaron que aumentan el turismo en la comunidad, el 18% no sabían cuál era la importancia, mientras que el 37% restante se encuentra distribuido entre el resto de categorías, donde resaltan depredadores (15%) y área de crianza (10%) sobre el resto de categorías (Figura 2.6).

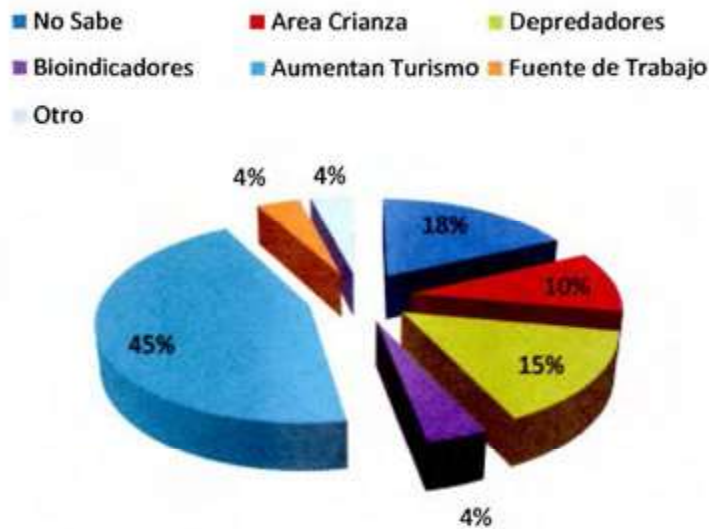


Figura 2. 6. Percepción local de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez sobre la importancia de los cetáceos en Golfo Dulce.

La figura 2.7 muestra que el 55% de los habitantes de la comunidad de Puerto Jiménez considera que las fuentes de empleo producto del aumento de turistas que visitan la región es el mayor beneficio que produce la presencia de cetáceos en el área, mientras que solo un 28% opinó que no se obtiene beneficio por la presencia de estos animales en GD (Figura 2.7).

■ No Obtiene Beneficio ■ Aumento Turismo ■ Fuente de Empleo

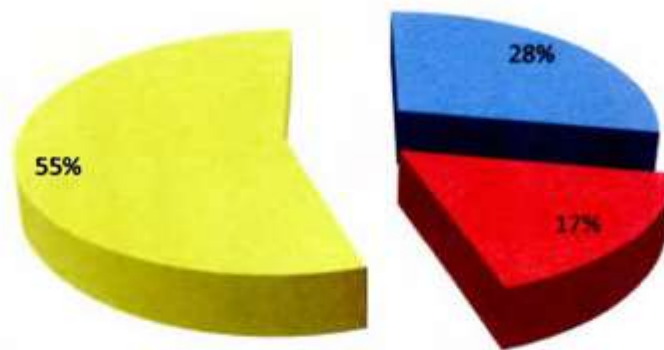


Figura 2. 7. Percepción del beneficio recibido por la comunidad de Puerto Jiménez por la presencia de cetáceos en Golfo Dulce.

3.2 Información general de los turistas que visitan Golfo Dulce

El 63% de los turistas que realizan actividades de observación de cetáceos en GD proviene de América del Norte (Estados Unidos y Canadá), seguido por Europa con un 33% (Alemania e Inglaterra), mientras que el restante 4% se encuentra distribuido de una manera uniforme en el resto categorías (Figura 2.8).

■ América del Norte ■ América del Sur ■ Centroamerica ■ Europa ■ Oceanía

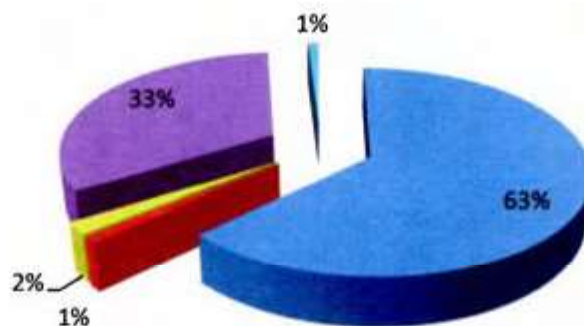


Figura 2. 8. Región de procedencia de los visitantes que realizan actividades de observación de cetáceos en Golfo Dulce.

El 31% de los turistas que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en GD se encuentra entre el rango de 10-20 años, seguido de un 27% que se encontraban entre el rango de 20-30 años, mientras que el 42% está distribuido entre el resto de categorías, en donde resaltan los rangos de 30-40 (16%) y 50-60 (17%) años, sobre el resto de categorías (figura 2.9).

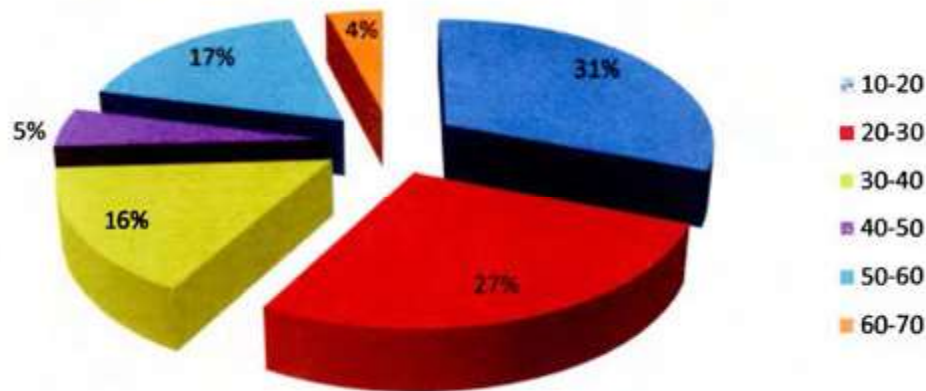


Figura 2. 9. Rango de edad de los turistas que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.

La relación parental de los turistas que realizan observación de ballenas y delfines en GD muestra que el 42% viaja acompañado de amigos, un 24% viaja en compañía de familia, un 20% se encontraba viajando solo, mientras que el 14% restante se encontraba distribuido entre las categorías en pareja y no responde (Figura 2.10).

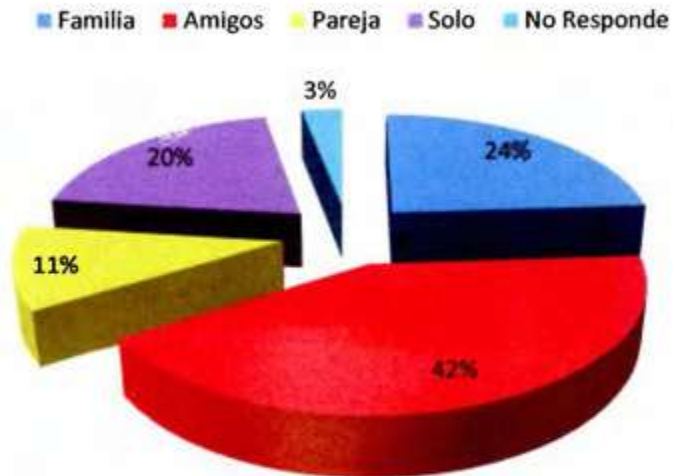


Figura 2. 10. Relación parental de los turistas que realizan observación de ballenas y delfines en Golfo Dulce.

El gráfico 2.11 muestra el índice laboral de los turistas que realizan observación de cetáceos en GD, en donde el 39% de los encuestados eran estudiantes, mientras que el 61% restante de profesiones relacionadas con finanzas (12%) y educación (12%) sobre el resto de categorías las cuales se encuentran con porcentajes uniformes.

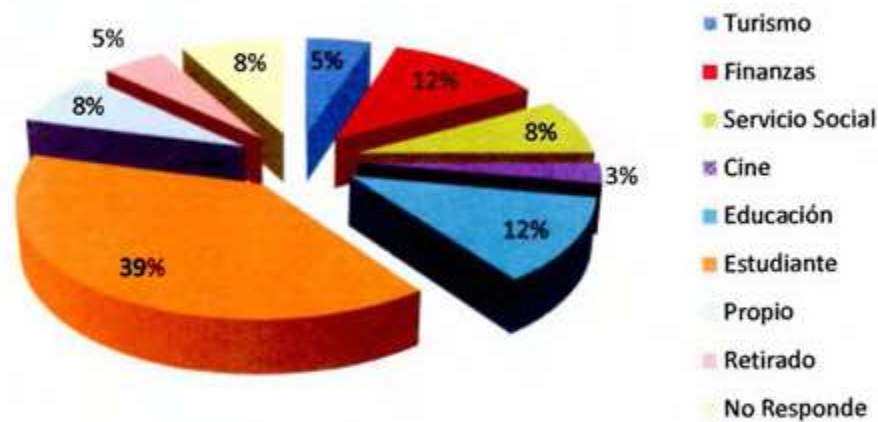


Figura 2. 11. Índice laboral de los turistas que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.

El medio de transporte predilecto por los turistas que visitan GD es la avioneta con un 73%, mientras que el 27% restante utilizó otros medios de transporte, donde resaltan

autobús (12%) y embarcaciones (11%) como medios de transporte seleccionados, por encima del resto de categorías (Figura 2.12).

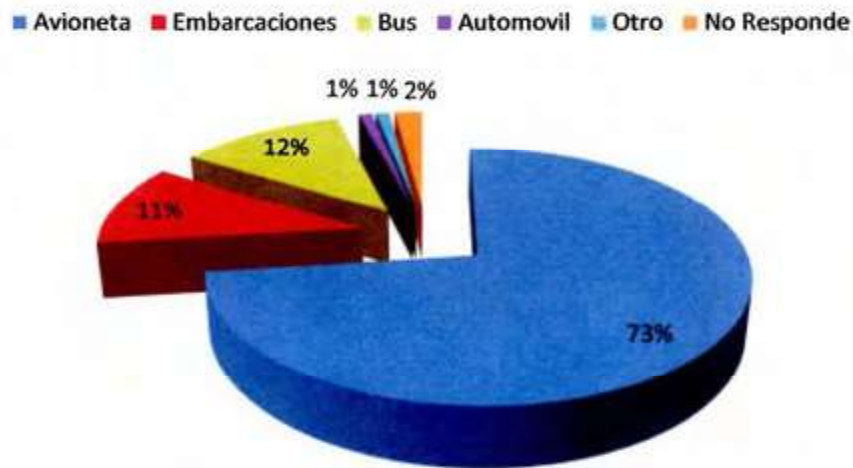


Figura 2. 12. Medio de transporte utilizado por los turistas para trasladarse a Golfo Dulce para realizar actividades relacionadas al avistamiento de cetáceos.

Los turistas que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos dentro de GD se hospedan de manera muy uniforme en hoteles (27%), cabinas (25%), hostales (22%) y en otros lugares (19%) como son: casas, apartamentos alquilados, y estaciones biológicas (Figura 2.13).

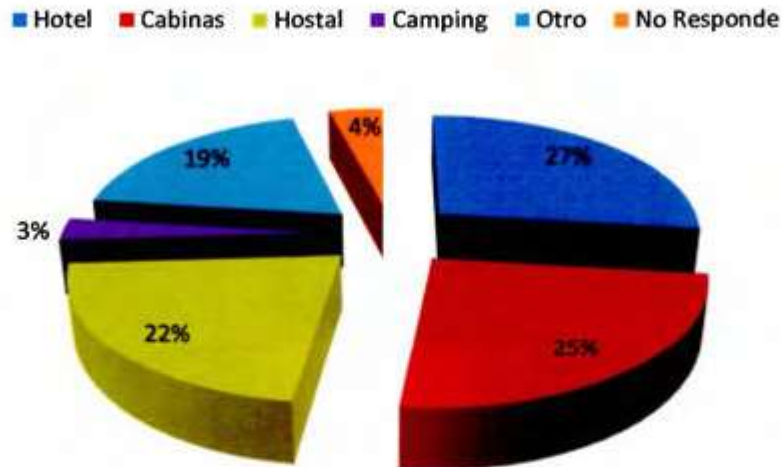


Figura 2. 13. Alojamiento utilizado por los turistas que visitan Golfo Dulce para realizar actividades relacionadas al avistamiento de cetáceos.

El gráfico de alimentación de los turistas que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos dentro de GD, muestra que los turistas realizan sus comidas de manera uniforme en hoteles (32%), restaurantes (23%), sodas (12%) y en otros lugares (29%) como son: casas, apartamentos alquilados, y estaciones biológicas (Figura 2.14).

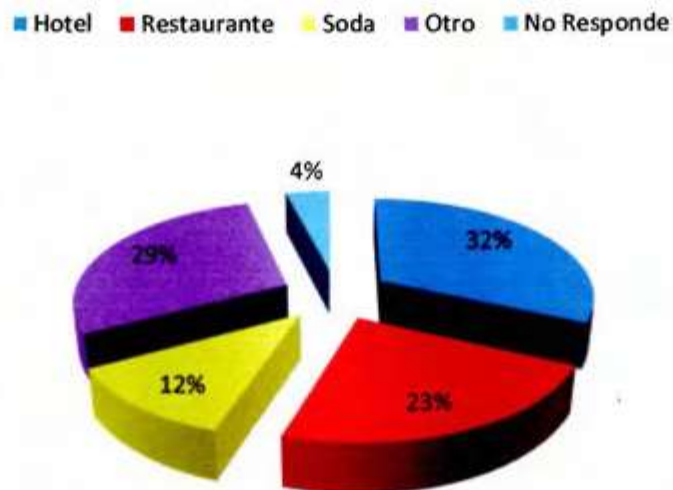


Figura 2. 14. Lugares donde realizan sus comidas los turistas que visitan Golfo Dulce para realizar actividades relacionadas al avistamiento de cetáceos.

3.3 Valoración económica del recurso cetáceos en Golfo Dulce

El gasto promedio en que incurre un turista que realiza actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en GD es de \$309 en una salida de medio día y de \$350 en una de todo el día (Cuadro 2.2), este cálculo solo contempla los gastos en que incurre el turista en un día de estadía.

Cuadro 2. 2. Gasto promedio en que incurre un turista durante su visita a Golfo Dulce.

Salida a avistar cetáceos	Gasto Directo Unitario en USD	Gastos Indirectos Unitario en USD			Gasto Total Unitario en USD
		Traslado	Hospedaje	Alimentación	
Medio Día	\$54	\$180	\$45	\$30	\$309
Todo el Día	\$95	\$180	\$45	\$30	\$350

El gasto directo en que incurren los turistas (WWs) que realizan actividades enfocadas al avistamiento de cetáceos en GD es de \$381 402 medio día y \$438 900 todo el día, mientras que el gasto indirecto que realizan los turistas en una estadía promedio (4.8 días), es de \$3 919 965 y \$2 564 100 respectivamente (Cuadro 2.3), estos valores consideran únicamente la temporada alta que se encuentra dividida en dos: seca, de noviembre a febrero, y lluviosa, de mayo a agosto, para un total de 7 meses.

Cuadro 2. 3. Detalle de la actividad de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.

Localidad	Ops	Embarcaciones	WWs	Precio Unitario en USD	Gastos Directos en USD	Gastos Indirectos en USD	Gastos Totales en USD
Datos Rodríguez y Fischel 2007	3	7	4542	52,30	235927	-	-
Datos Hoyt e Iñiguez 2008	3	7	4542	52,30	235 927	681 300	917 227
Medio Día	10	24	7063	54	381 402	3 919 965	4 301 367
Todo el Día	5	11	4620	95	438 900	2 564 100	3 003 000
Total	10	24	11 683		820 302	6 484 065	7 304 367

El gasto promedio mensual en que incurren los *tour* operadores que realizan actividades de avistamiento de cetáceos en GD, tanto para salidas de medio día como de todo el día, son de \$2530 y \$3230 respectivamente, los mismos se encuentran basados en el costo de operación de una embarcación (Cuadro 2.4).

Cuadro 2. 4. Gasto promedio mensual en que incurren los tour-operadores que realizan actividades de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.

	Salario mensual en USD	Gasolina/7 salidas en USD	Periodicidad Mantenimiento en horas	Costo Mantenimiento en USD	Total en USD
Medio día	400	1750	80	380	2530
Todo el día	400	2450	80	380	3230

El costo total de operación de la actividad en GD, tanto para salidas de medio día como de todo el día, es de \$384 000 y \$236 170 respectivamente, para un costo total de operación de \$620 120 (Cuadro 2.5). Estos valores consideran únicamente la temporada alta, que se encuentra dividida en dos: seca, de noviembre a febrero, y lluviosa, de mayo a agosto, para un total 7 meses de operación.

Cuadro 2. 5. Costo total de operación de la actividad de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce.

	Salario en USD	Gasolina en USD	Mantenimiento en USD	Costo Total en USD
Medio Día	67 200	294 000	22 800	384 000
Todo el Día	30 800	188 650	16 720	236 170
Total	98 000	482 650	39 520	620 120

El beneficio económico que recibe la comunidad de Puerto Jiménez por la presencia de cetáceos en GD es de \$6.7 millones, el cual se distribuye de manera uniforme entre los negocios de bienes y servicios que se ubican en la comunidad (Cuadro 2.6).

Cuadro 2. 6. Beneficio económico recibido por la comunidad costera de Puerto Jiménez.

	Ingreso Total en USD	Costo Total en USD	Beneficio en USD
Medio Día	4 301 367	384 000	3 917 367
Todo el día	3 003 000	236 170	2 766 830
Total	7 304 367	620 120	6 684 197

Como se muestra en el siguiente gráfico, el costo de relocalización de la actividad aumenta proporcionalmente al aumentar la cantidad de horas que debe pasar la embarcación en el agua en busca de cetáceos, dado que se debe desplazar una mayor distancia (zona de transición oceánica) para localizar el recurso, lo que aumenta el costo operativo de la actividad (Figura 2.15) y si se asume un aumento de \$50 de combustible por hora adicional que la embarcación debe pasar en el agua buscando el recurso.

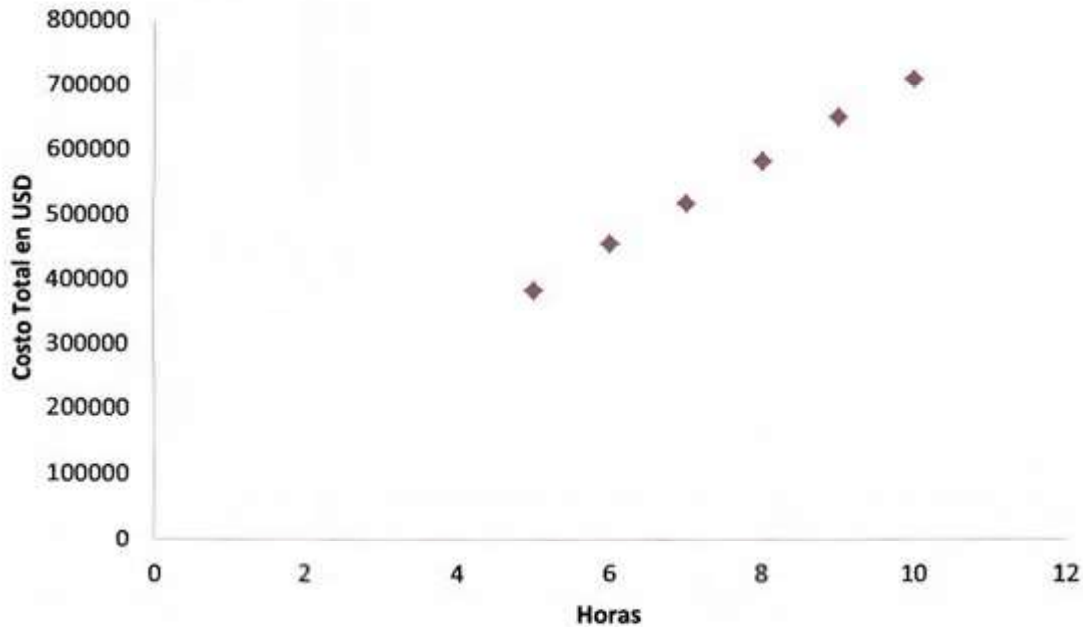


Figura 2. 15. Costo de relocalización de la actividad de avistamiento de cetáceos en Golfo Dulce, la cual se encuentra basada en un aumento de \$50/h.

4. DISCUSIÓN

Muchos países de todo el mundo han invertido en el avistamiento de cetáceos durante décadas y actualmente son visitados por cerca de 13 millones de observadores al año, generando un total de 21 billones de dólares y 13 000 puestos de trabajo en las comunidades costeras; con el 20% de estos beneficios, distribuidos entre países desarrollados (Cisneros-Montemayor *et al.*, 2010). Desde el último censo mundial de avistamiento de cetáceos, Costa Rica se ha convertido en una de las áreas de más rápido crecimiento en el mundo, con un 74.5% de crecimiento de la actividad a nivel nacional y al menos 13 comunidades costeras involucradas (11 en la costa pacífica y 2 sobre la atlántica) (Hoyt & Iñiguez, 2008). Las comunidades son visitadas por 58.198 observadores al año (Ardagh, 2013), que generan 21 millones de dólares y 139 empleos directos (Rodríguez-Fonseca & Fischel-Quiros, 2007). Este estudio brinda un nuevo estimado de la actividad en GD, en una región que se encuentra en crecimiento para este tipo de actividades y donde estas estimaciones del beneficio económico de la actividad son escasas, encontrándose restringido a dos reportes técnicos de la actividad que se enfocan en la estimación del ingreso económico bruto, tanto directo como indirecto, recibido por la comunidad de Puerto

Jiménez, generando \$235 927 y \$681 300 al año respectivamente (Rodríguez-Fonseca & Fischel-Quiros, 2007, Hoyt & Iñiguez, 2008).

La Península de Osa es un sitio de suma relevancia en cuanto a la diversidad biológica representada, sin embargo, es muy pobre económicamente. Las actividades enfocadas en ecoturismo han surgido como la alternativa más viable para el desarrollo de las comunidades costeras de la región. Estas actividades han disminuido la dependencia de actividades insostenibles como son las prácticas extractivas, lo que ha generado ingresos para la protección ambiental, negocios locales y fuentes de empleo para los residentes locales (Ardagh, 2013). Como lo demuestra esta investigación, un 74% de los habitantes de Puerto Jiménez dependen del turismo que visita la región para su manutención. Esto concuerda con lo reportado por Horton (2004), para la población activa de Puerto Jiménez, con un 20% que se dedica a actividades relacionadas con ecoturismo y un 60% que dependía indirectamente de estas actividades (Horton, 2004). Esto ha inducido un cambio en la percepción de la comunidad sobre la importancia que tienen los ecosistemas marinos-costeros y las especies que dependen de estos. Este cambio en la perspectiva de los habitantes locales se basa en el beneficio tanto económico como ecológico que trae la presencia de los cetáceos al área. Al consultarles a los habitantes locales sobre la importancia de los cetáceos para GD, el 82% opinó que la presencia de estos animales trae beneficios tanto económicos como ecológicos, en forma de divisas, fuentes de empleo y como bioindicadores de la salud de este sistema socio-marino.

Los resultados de esta investigación, muestran que la mayoría (96%) de los turistas que practican esta actividad en GD son turistas internacionales provenientes de Estados Unidos y Europa, lo que concuerda con lo reportado por González (2012) para actividades de turismo marino, donde un 75% de las personas que realizaron estas actividades eran extranjeros, esto se debe en parte a la imagen que tiene Costa Rica a nivel mundial como un país políticamente estable, que protege su vida silvestre (Hoyt & Iñiguez 2008). El medio de transporte predilecto por los turistas para trasladarse hacia la región fue la avioneta con un 73% que lo refleja, posiblemente a que maximiza el tiempo de estadía del turista y disminuye el tiempo invertido en viaje. La mayoría de turistas que visitan la región son

solteros (70%), lo que muestra relación con la edad y profesión del visitante, puesto que el 58% era menor de 30 años y el 40% de éstos, estudiantes o recién graduados. Esto está relacionado con este tipo de turista que destina sus recursos económicos a viajar y conocer nuevas culturas antes de formar una familia. El hospedaje y la alimentación muestran un impacto económico positivo en la comunidad costera de Puerto Jiménez, con un gasto promedio estimado por turista/día, de \$309 a \$350 para tours de medio día como de todo el día, incluyendo el traslado y el precio del tiquete para avistar cetáceos. Estos resultados son consecuentes con lo reportado por Hoyt e Iñiguez (2008), quienes argumentan que esta actividad para las comunidades costeras de Latinoamérica es una importante fuente de divisas.

En GD, los ingresos directos recibidos por los tour-operadores muestran un aumento, pasando de percibir \$235 927,00 en el 2006 a \$820 302,00 en el 2013, así como en los ingresos indirectos recibidos por los negocios de bienes y servicios, pasando de recibir \$681 300,00 a \$6 484 065,00 respectivamente, para un estimado total de \$6.7 millones al año. Esto posiblemente al aumento exponencial de embarcaciones que se dedican en la actualidad a la actividad, pasando de 7 a 24 y al número de turistas que visitan la región para realizar actividades de avistamiento de cetáceos (11 683). Es importante resaltar que los tours ofrecidos en la comunidad no son exclusivos para el avistamiento de cetáceos, estos incluyen una serie de actividades complementarias dentro del precio del tiquete como son: excursiones al santuario de vida silvestre, manglares, snorkeling y avistamiento de fauna marina, entre otros. En cuanto al aumento observado en los ingresos totales, el valor estimado puede estar influenciado a la metodología utilizada en esta investigación, pues dentro de los ingresos indirectos estimados se incluyeron los gastos realizados por el turista en los negocios de bienes y servicios (Hoteles, Cabinas, Restaurantes, Sodas, etc.) de la comunidad.

Los resultados de esta investigación muestran que la actividad en la comunidad costera de Puerto Jiménez, GD, se encuentra en crecimiento con 10 operadores turísticos y 24 embarcaciones que se dedican a la actividad. Se calcula, que esta comunidad es visitada por cerca de 11 683 observadores al año, que generan un beneficio económico estimado de

alrededor de \$ 6.7 millones al año, que contribuye a la economía local de la región de manera directa, mediante la generación de divisas y fuentes de empleo (Turpie *et al.*, 2005; Pendleton, 2006; Hoyt & Iñiguez, 2008; Cisneros-Montemayor *et al.*, 2010). Estos resultados, son consistentes con lo reportado por O'connor *et al.* (2009), para la comunidad de Tonga, donde la actividad se encuentra en crecimiento con un beneficio económico estimado de \$ 2 millones y 9 804 observadores al año (Orams, 2002; O'connor *et al.*, 2009). Este crecimiento puede estar influenciado por factores como el acceso, seguridad, economía y riqueza natural que presenta la zona (Cisneros-Montemayor & Sumaila, 2011).

Como lo demuestra esta investigación la actividad de avistamiento de cetáceos tiene el potencial de generar divisas y empleos en la región, contribuyendo de manera efectiva al desarrollo de la comunidad costera que realiza esta actividad (Hoyt & Iñiguez, 2008). Según Horton (2004), el beneficio económico que produce esta actividad se distribuye de manera uniforme entre los negocios de bienes y servicios de la comunidad. Sin embargo, toda actividad turística presenta costos asociados a su operación que provocan que los beneficios económicos percibidos disminuyan (Moyle & Evans, 2008). La operación de esta actividad turística en GD presenta un costo anual de operación, tanto para salidas de medio día como de todo el día, de \$384 000,00 y \$236 170,00 respectivamente, para un costo total de \$620 120,00. Estos costos pueden considerarse altos si se comparan con los gastos directos recibidos, reduciendo la ganancia en aproximadamente \$8 304 al año por embarcación. En GD, el crecimiento de la industria de observación de cetáceos en estos últimos años ha sido exponencial, como se demuestra en esta investigación, y ha generado una serie de impactos positivos en la comunidad de Puerto Jiménez en cuanto a divisas y fuentes de empleo.

La actividad de avistamiento de ballenas y delfines ha generado una serie de beneficios en la comunidad costera de Puerto Jiménez, pero esta relevancia a nivel económico trae como sub-producto el impacto a las poblaciones de cetáceos por el aumento en el tráfico marítimo (Montero-Cordero & Lobo, 2010), el cual a largo plazo puede provocar la desaparición de las poblaciones de cetáceos que residen dentro de GD. Aunque, existe un reglamento que regula la operación de la actividad turística relacionada con

cetáceos, establecido mediante Decreto Ejecutivo № 32495-MINAE-MOPT-MSP-MAG del día 28 de julio del 2005, este no es un instrumento efectivo para regular la actividad, dado que no incorpora sanciones administrativas por incumplimiento, por lo que se debe efectuar una modificación a la legislación legal vigente, para que estas sanciones sean incorporadas.

El capital natural (reservas naturales y ecosistemas), a pesar de ser la base de la actividad y el desarrollo económico de una nación, es a menudo desvalorizado y mal administrado, imponiendo costos para la economía y la sociedad, afectando el producto interno bruto de un país. La interrelación existente entre la estructura del ecosistema, su función y su valor económico es fundamental para generar estrategias de manejo efectivas que consideren el valor intrínseco del recurso. A nivel de manejo y gestión del recurso, es clave integrar la noción y relevancia de los hábitats críticos, particularmente de especies de gran importancia para las operaciones locales de observación de cetáceos y esforzarse en comprender el valor a nivel de servicios eco-sistémico que estos hábitats brindan. Estos aspectos han recibido poca atención a la hora de implementar un manejo ecosistémico. Estos hábitats críticos están siendo integrados a un proceso de Planeamiento (Ordenamiento) Espacial Marino, se espera que una vez culminado el proceso, estos hábitats críticos que actualmente están siendo expuestos a los impactos antropogénicos derivados del desarrollo costero sean considerados como candidatos para el establecimiento de una categoría de manejo que considere la protección de los mismos.

5. LITERATURA CITADA

Acevedo, A. & S. Burkhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 46(6): 91-101.

- Ardagh, C. 2013. La Contribución del Bienestar Animal y el Turismo para el Desarrollo Sostenible. Reporte Técnico. The International Fund for Animal Welfare. Yarmouth, EE.UU. 51p.
- Bearzi, G., C.M. Fortuna, & R.R., Reeves. 2008. Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*. 39: 92-123.
- Bessesen, B., Oviedo, L., Acevedo-Gutiérrez, A., Burdett Hart, L., Herra-Miranda, D., Pacheco-Polanco, J.D., Baker, L., Saborío-R, G & L. Bermúdez-Villapol. 2014. Lacaziosis-like disease in Costa Rica from photographic records of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in Golfo Dulce. *Emerging Infectious Diseases* 107: 173-180.
- Cisneros-Montemayor., A.M., U.R. Sumaila., K., Kaschner & D., Pauly. 2010. The global potential for whale watching. *Marine Policy*. 34(6): 1273-1278.
- Cisneros-Montemayor., A.M. & U.R., Sumaila. 2011. The economic value and potential threats to marine ecotourism in Belize. *Fisheries Centre Research Reports*. 19(6): 161-166.
- Cubero-Pardo, P. 1998. Distribución y patrones de actividad del bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) en el Golfo Dulce. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica. 102p.
- Curtin, S. 2003. Whale -Watching in Kaikura: Sustainable Destination Development. *Journal of Ecotourism* 2(3): 173-195.
- González, F. 2012. Identificación y caracterización del sector tour-operadores y de las actividades de turismo en las áreas marinas de uso múltiple Golfo de Nicoya y Pacífico Sur. Reporte Técnico. Fundación MarViva, San José, Costa Rica. 73p.

- Horton, L. 2004. "Ecotourism in Costa Rica: A Sustainable Form of Green Capitalism?". In American Sociological Association. San Francisco, EE.UU. 25p.
- Hoyt, E. 2007. A Blueprint for Dolphin and Whale Watching Development. Humane Society International. Washington, DC, EE.UU. 28p.
- Hoyt, E. & Iñíguez, M. 2008. Estado del Avistamiento de Cetáceos en América Latina. Whales and Dolphins Conservation Society, Chippenham, UK; IFAW, East Falmouth, EE.UU.; y Global Ocean, Londres, 60p.
- Hoyt, E. 2011. Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises. A World Handbook for Cetacean Habitat Conservation. Earthscan, London. 492p.
- Martínez-Fernández, D. 2007. Ocurrencia y comportamiento de cetáceos en el Pacífico norte y sur de Costa Rica, determinación poblacional de *Pseudorca crassidens* y medidas de conservación para la comunidad de Bahía Drake. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Vida Silvestre. ICOMVIS, Universidad Nacional. 95 p.
- Martínez-Fernández, D., Montero-Cordero, A & May-Collado, L. 2010. Cetáceos de las aguas costeras del Pacífico norte y sur de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 59(1): 283–290.
- May-Collado, L., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K. & Sereg, I., 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica, based on data collected from 1979–2001. *Revista de Biología Tropical* 53, 249–263.
- Montero-Cordero., A. & J., Lobo. 2010. Effect of tourist vessels on the behaviour of the pantropical spotted dolphin in Drake Bay and Cano Island, Costa Rica. *Journal of Cetacean Research and Management* 11(3):285-291.

- Moyle, B.J. & M. Evans. 2008. Economic development options for Island States: The case of whale watching. *The International Journal of Research into Island Cultures* 2(1): 41-58.
- O'Connor, S., R. Campbell, H. Cortez & T. Knowles. 2009. Whale watching worldwide: Tourism numbers, expenditures and expanding economic benefits. A special report from the International Fund for Animal Welfare. Yarmouth, EE.UU. 295p.
- Orams, M.B. 2002. Humpback Whale in Tonga: An Economic Resource for Tourism. *Coastal Management* 30: 336-380.
- Oviedo, L. 2007. Dolphin sympatric ecology in a tropical fjord: habitat partitioning by bathymetry and topography as a strategy to coexist. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom* 87: 1-9.
- Oviedo, L. 2008. Análisis del uso de hábitat del delfín manchado pantropical *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphimidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. Trabajo final de graduación para optar por el grado de Maestría. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. San José, Costa Rica.
- Oviedo, L. & Solís, M. 2008. Underwater Topography Determines Critical Breeding Habitat for Humpback Whale near Osa Peninsula, Costa Rica: Implications for Marine Protected Area. *Revista Biología Tropical* 56(2): 591-602.
- Oviedo, L., J.D. Pacheco-Polanco & D. Herra-Miranda. 2009. Evaluación de los riesgos de afectación por el establecimiento de granjas atuneras en relación con la distribución espacial de cetáceos en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* 1: 159-174.

- Oviedo, L., D. Herra-Miranda, J.D. Pacheco-Polanco, C. Figgner, A. Márquez-Artavia. & W. Quiros-Pereira. 2015. Diversidad de cetáceos en el paisaje marino costeros de Golfo Dulce, Península de Osa, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 63(2): 395-406.
- Parsons, E.C.M. & C. Rawles, 2003, "The Resumption of Whaling by Iceland and the Potential Negative Impact in the Icelandic Whale-Watching Market," *Current Issues in Tourism*, 6:5, 444-448.
- Pendleton, L. 2006. Understanding the Potential Economic Impact of Marine Wildlife Viewing and Whale Watching in California. Technical Report. University of California, Los Angeles, EE.UU. 15p.
- Rodríguez-Fonseca, J. 2001. Diversidad y distribución de los cetáceos de Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae y Balaenopteridae). *Revista Biología Tropical*. 49(2): 135-143.
- Rodríguez-Fonseca, J. & A. Fischel-Quiros. 2007. Impacto Socioeconómico del Turismo de Observación de Cetáceos en Costa Rica. Reporte Técnico. Fundación Promar, San José, Costa Rica. 40p.
- Spongberg, A. & P. Davis. 1998. Organochlorinated pesticide contaminants in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 46(6): 111-124.
- Spongberg, A. 2004a. PCB contamination in marine sediments from Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 52(2): 23-32.
- Spongberg, A. 2004b. PCB contamination in surface sediments in the coastal waters of Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 52(2): 1-10.

- Svendsen, H., R. Rosland, S. Myking, J.A. Vargas, O.G. Lizano & E.J. Alfaro. 2006. A physical oceanographic study of Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 54(1): 147-170.
- Turpie, J., C. Savy, B. Clark. & L. Atkinson. 2005. Boat-based whale watching in South Africa: An economic perspective. Technical Report. Cape Town, South Africa, 113p.
- Umaña, G. 1998. Characterization of some Golfo Dulce drainage basin rivers (Costa Rica). *Revista de Biología Tropical*, 46(6): 125-135.
- Wolff, M., H. J. Hartmann & V. Koch. 1996. A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like embayment, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(3): 215-231.

CAPÍTULO III

HÁBITATS CRÍTICOS EN CETÁCEOS DE GOLFO DULCE: UNA PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA SU PROTECCIÓN Y CONSERVACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

Las áreas marinas protegidas se definen como parches del ambiente marino que se encuentran bajo algún régimen de protección, cuyo objetivo es asegurar la permanencia de todo el espectro de la biodiversidad marina de una región, desde la variabilidad genética de las poblaciones hasta la función que cumple el ecosistema, proveyendo de bienes y servicios a las futuras generaciones (Alvarado *et al.*, 2011, Salas *et al.*, 2012). En Costa Rica, el ente encargado de la administración de las áreas silvestres protegidas - incluyendo las áreas marinas protegidas- es el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), órgano desconcentrado del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) que se encuentra organizado a través de la estructura administrativa conocida como “Áreas de Conservación”, que son a la vez unidades de gestión territorial (Roldan-Chacón, 2011). Existen 11 Áreas de Conservación con 166 áreas protegidas a su cargo, de estas 60 colindan o poseen un área marina y solo 5 son exclusivamente áreas marinas protegidas (Mora *et al.*, 2006, Alvarado *et al.*, 2012, Salas *et al.*, 2012). Estas 60 áreas protegidas con elementos marinos protegen más del 50% de la línea de costa de Costa Rica, 56% de la costa Caribe y 41% de la Pacífica (Alvarado *et al.*, 2012, Salas *et al.*, 2012).

El Pacífico Sur de Costa Rica cuenta con un litoral de aproximadamente 245 km de extensión. Políticamente, esta región se encuentra dentro del Área de Conservación Osa, conformada por los cantones de Osa, Corredores y Golfito, todos de la provincia de Puntarenas, con una extensión de 4.304,8 km², de los cuales 1.454,9 km² (34%) están protegidos bajo alguna categoría de manejo. Dentro del área existen 17 áreas protegidas: tres Parques Nacionales, una Reserva Biológica, diez Refugios de Vida Silvestre, una Reserva Forestal y dos humedales (Obando & García, 2000; Quesada & Cortés, 2006; Salas *et al.*, 2012). Desde una perspectiva biológica y oceanográfica, las zonas que más destacan

son el Parque Nacional Marino Ballena, el Humedal Nacional de Térraba-Sierpe, la Reserva Biológica Isla del Caño, el Parque Nacional Corcovado y Golfo Dulce (Alvarado *et al.*, 2012).

Golfo Dulce, ha sido reconocido como un ambiente oceanográfico único en todo el Pacífico Oriental Tropical, producto de la restringida circulación de su masa de agua que ocasiona periodos de anoxia similares a los encontrados en los fiordos europeos (Richard *et al.*, 1971; Vargas & Wolf, 1996; Acevedo & Burkhart, 1998; Cubero, 1998; Quesada & Morales, 2006; Svendsen *et al.*, 2006; Oviedo, 2007; Oviedo, 2008; Morales-Ramírez *et al.*, 2015) Usualmente es caracterizado como un "fiordo" tropical, donde los hábitats costeros y oceánicos convergen produciendo las condiciones idóneas para la presencia de una alta biodiversidad (Wangelin & Wolff, 1996; Oviedo, 2007; Oviedo, 2008; Morales-Ramírez, 2011). La biodiversidad marina del Golfo es del 23 % de la reportada para la costa Pacífica de Costa Rica, con un total de 1028 especies distribuidas en 311 familias, algo sorprendente en un área relativamente pequeña de 750 km² (Morales-Ramírez, 2011). Esto se refleja en el patrón de diversidad de cetáceos (May-Collado *et al.*, 2005; Oviedo *et al.*, 2015). En Golfo Dulce, once especies de cetáceos han sido reportadas (Oviedo *et al.*, 2015), sin embargo, resaltan particularmente las poblaciones simpátricas de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y delfines manchados pan-tropicales (*Stenella attenuata*) que son avistados frecuentemente (Oviedo, 2007, 2008), consideradas como especies residentes (Acevedo & Burkhart, 1998).

En este sentido, es importante destacar la necesidad de la creación de un área marina protegida en Golfo Dulce que garantice la protección de la biodiversidad marina de la región, ya que este sistema marino se encuentra comprometido por una serie de amenazas y presiones ocasionadas por el incremento gradual tanto en el desarrollo costero como en la demanda sobre los recursos marino-costeros (Quesada & Cortés, 2006; Asch-Corrales *et al.*, 2008). Esto por una serie de factores como son: sobreexplotación pesquera, desarrollo costero relacionado al establecimiento de marinas y complejos turísticos, contaminación por actividades agrícolas, disposición de desechos, aguas residuales, silvicultura, tráfico marítimo, minería, sedimentación y deforestación, así como por la falta de conciencia

conservacionista y de actividades económicas viables (Spongberg & Davis, 1998; Umaña, 1998; Spongberg, 2004^a; Spongberg, 2004b; Garcia *et al.*, 2006; Quesada & Cortés, 2006; Oviedo *et al.*, 2009; Alvarado *et al.*, 2012; Morales-Ramírez, 2013; Herra-Miranda *et al.*, 2015), lo que pone en riesgo la biodiversidad marina de la zona. Esta iniciativa pretende generar una propuesta para la creación de un área marina protegida (AMP) tipo Reserva Marina en GD, enfocada en la protección y conservación de los hábitats críticos de las poblaciones de cetáceos que utilizan el área para realizar sus funciones biológicas fundamentales y que proporcionan una fuente de divisas importante para la comunidad costera de Puerto Jiménez, como lo demuestra esta investigación.

2. OBJETIVOS DEL ÁREA PROPUESTA

1. Incentivar el uso sostenible de los recursos marinos y costeros dentro del área marina protegida.
2. Promover la educación ambiental de las comunidades costeras de la región, sobre la importancia de la protección y conservación de los recursos marinos y costeros dentro del área marina protegida.
3. Impulsar el aumento de turistas en la región.
4. Aumentar el desarrollo económico de las comunidades costeras de la región.
5. Fomentar la investigación científica y monitoreo de las poblaciones de cetáceos.

3. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL ÁREA PROPUESTA

Golfo Dulce es un estuario estratificado de origen tectónico con una cuenca profunda interna con una profundidad máxima (Z_{max}) de 215 m y un umbral de 70 m en su boca externa que restringe la circulación oceánica (Hebbeln *et al.*, 1996, Svendsen *et al.*, 2006, Morales-Ramírez *et al.*, 2015). Tiene una longitud de 50 km y 10-15 km de ancho, con una superficie total de 750 km². Está situado en la región del Pacífico Sur de Costa Rica, entre los 8°33'N y 83°14'O (Acevedo & Burkhart, 1998, Cubero, 1998, Svendsen *et al.*, 2006, Rincón & Ballesteros, 2015) (Figura 3.1). El clima es tropical húmedo con una estación lluviosa de mayo a principios de noviembre, lo que genera una precipitación promedio mensual de 100-700 mm. El aporte principal de agua dulce lo dan los ríos Coto Colorado,

Tigre, Esquinas y Rincón, con influencia directa en el patrón de circulación de un estuario notablemente estratificado (Spongberg & Davis, 1998).

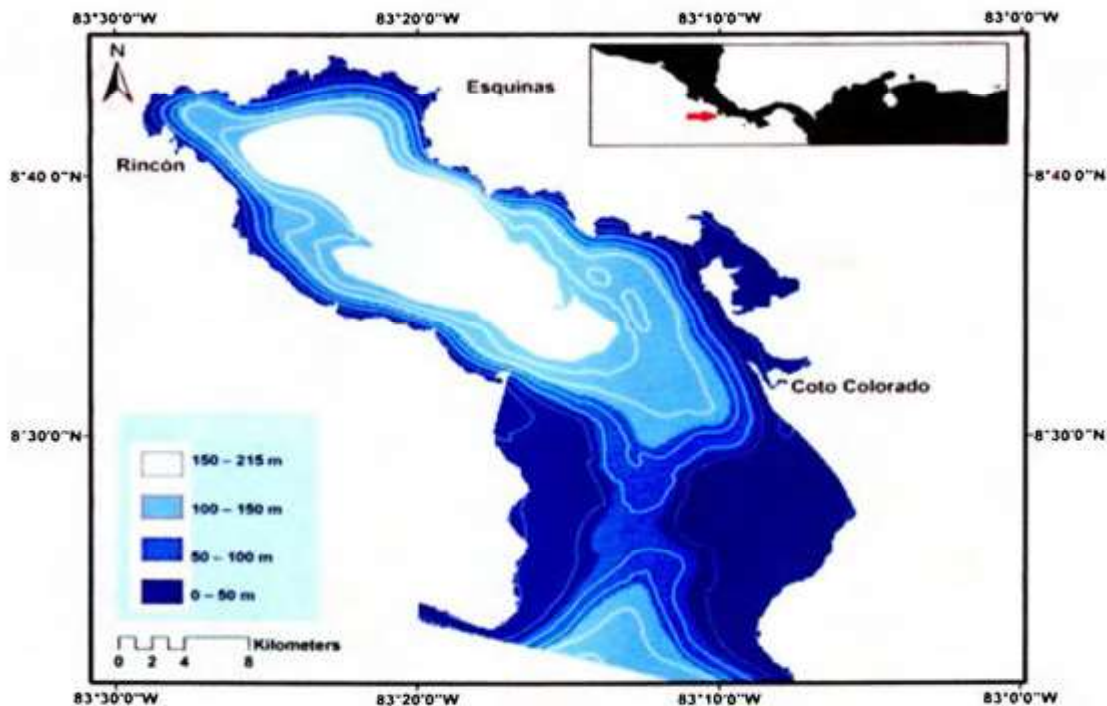


Figura 3.1. Mapa Batimétrico del área propuesta.

4. DESCRIPCION DE LOS RECURSOS QUE BUSCA PROTEGER

La identificación de hábitats críticos es el primer paso para el diseño e implementación de AMP asociadas con cetáceos (Bearzi, 2012). Los esfuerzos efectivos en conservación y manejo de cualquier población de animales silvestres se deben basar en la comprensión de la ecología de la especie, así como en una adecuada identificación de los hábitats críticos (Karczmarski *et al.*, 2005) y considerar al hábitat como unidad fundamental de la conservación de la biodiversidad, más que a la especie (Garaffo *et al.*, 2007).

Un hábitat crítico se define como aquella porción dentro del ámbito de distribución geográfica de una especie, con un valor específico y clave para la supervivencia de la misma (Hoyt, 2011). Los hábitats críticos se definen y clasifican en contextos biológicos importantes como la alimentación, reproducción y crianza, protección de depredadores, descanso, migración, entre otros (Ingram & Rogan, 2002; Lusseau, 2003; Lusseau & Higham, 2004; Hoyt, 2011; Bearzi, 2012).

En Golfo Dulce, se han identificado los hábitats críticos de tres especies de cetáceos, dos residentes y una migratoria (Oviedo, 2007; Oviedo, 2008; Oviedo *et al.*, 2009; Pacheco & Oviedo, 2007; Pacheco-Polanco *et al.*, 2011; Oviedo *et al.*, 2012; Oviedo *et al.*, *en prensa*). Las especies residentes y la migratoria utilizan como hábitats críticos las siguientes áreas dentro de GD:

- 1) La porción media de la cuenca interna considerada como hábitat crítico de alimentación de la población residentes de delfines manchados (*Stenella attenuata*) (Figura 3.2).
- 2) Las desembocaduras de los ríos que drenan a este sistema marino, detallados en el capítulo I de esta investigación, utilizadas como hábitats críticos de alimentación por la población residente de delfines nariz de botella (*T. truncatus*) ecotipo costero (Figura 3.2).
- 3) La zona costera incluyendo la zona externa del umbral (desde Puntarenitas hasta Matapalo) y posiblemente desde Coto-Colorado hasta Punta Banco consideradas como hábitat crítico de reproducción y crianza de las poblaciones migratorias del norte y sur de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) (Figura 3.3).

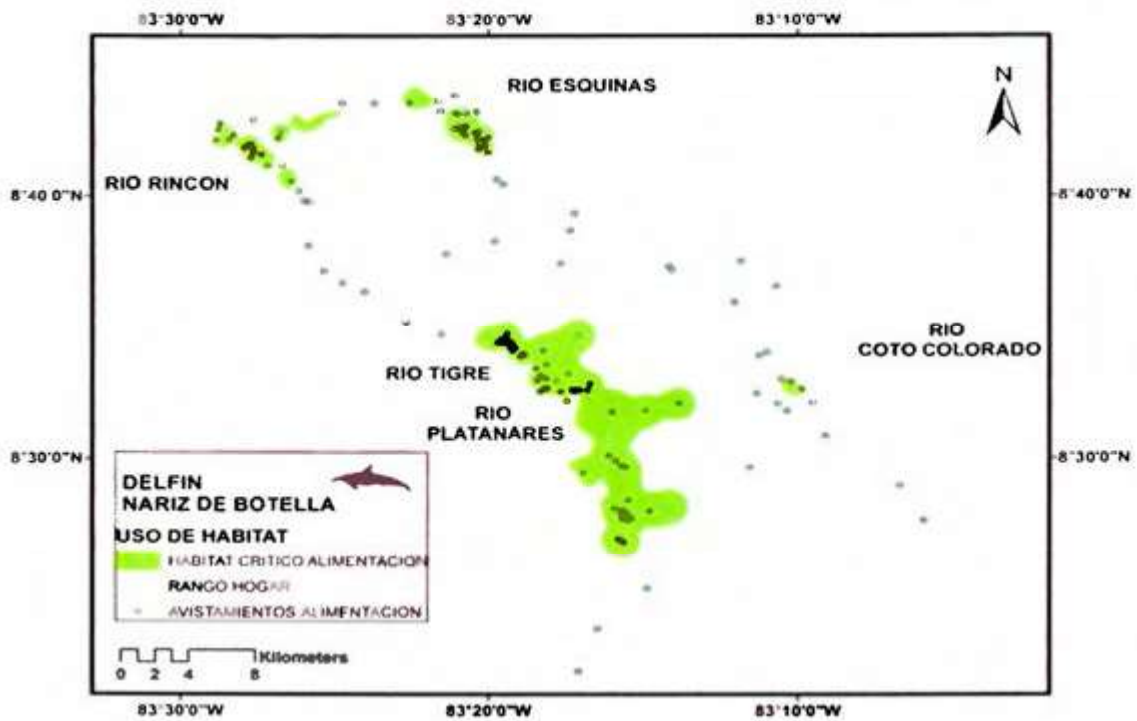
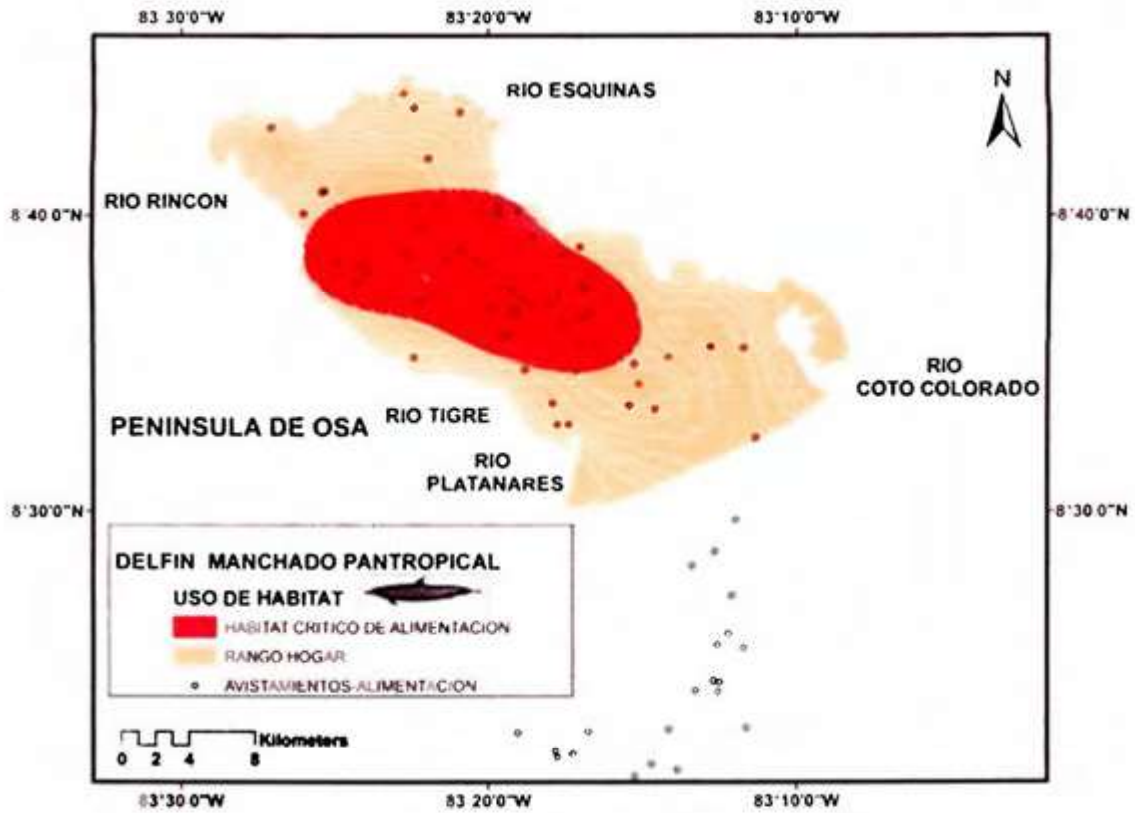


Figura 3.2. Hábitats críticos de alimentación de las especies residentes de delfines manchados (*S. attenuata*) y nariz de botella (*T. truncatus*) ecotipo costero en Golfo Dulce.

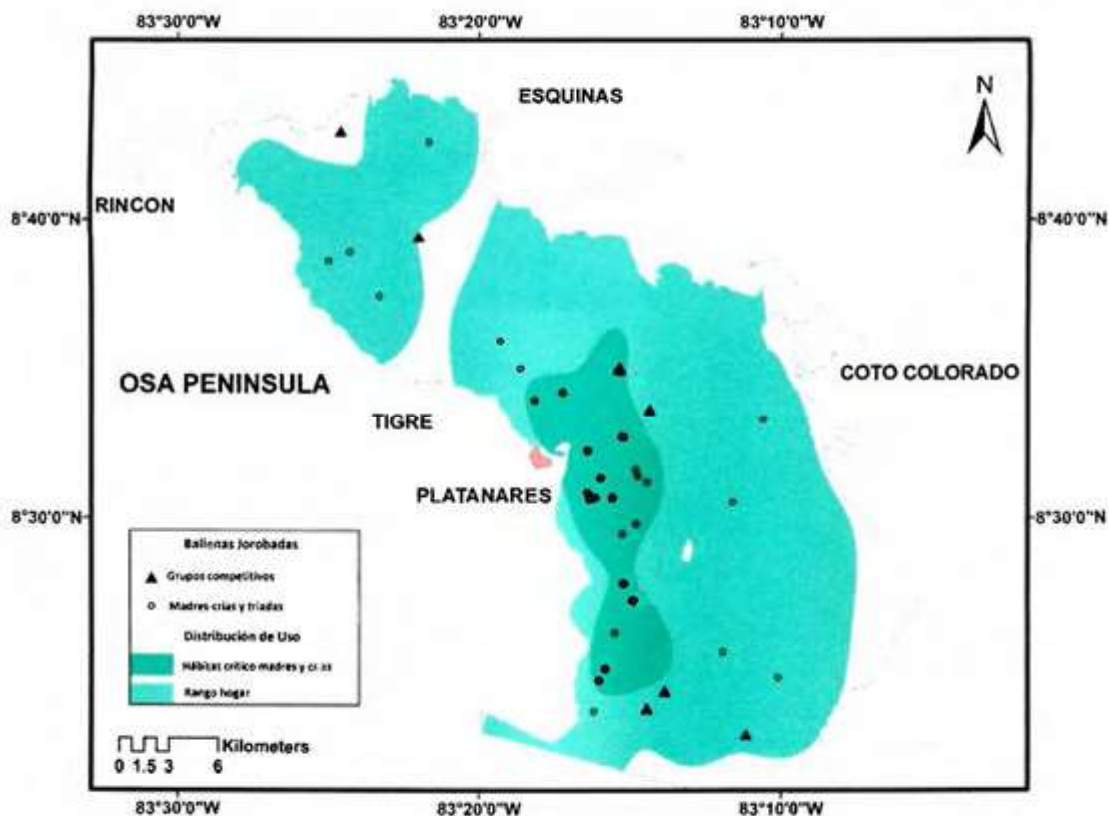


Figura 3.3. Hábitat crítico de reproducción y crianza de las poblaciones de ballenas jorobadas (*M. novaeangliae*) en Golfo Dulce.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS USOS DEL ÁREA

La posibilidad de mejoras importantes en la salud de los ecosistemas marinos y costeros de una región, a través del establecimiento de un área marina protegida, se encuentra relacionado con los siguientes criterios:

- Identificación de las actividades humanas que se realizan dentro del área propuesta.
- Evaluación de la vulnerabilidad que presenta la biodiversidad marina a las amenazas producidas por las actividades humanas.

- Reducción de las actividades humanas que producen un impacto ambiental negativo sobre el ecosistema marino y costero.

Las actividades humanas que se realizan en las zonas marinas y costeras de una región producen impactos tanto directos como indirectos sobre los ecosistemas marinos y costeros, por lo que su identificación es el primer paso para determinar los impactos producidos sobre el ecosistema marino, lo que permite la gestión y mitigación de estos impactos. La determinación de los usos dentro del área propuesta disminuye los conflictos generados entre los usuarios, actividades productivas y turísticas que se realizan en esta área. En el cuadro 3.1, se describen los usos actuales del área propuesta como Reserva Marina, tanto de la zona marina como costera.

Cuadro 3.1. Usos actuales del área propuesta como Reserva Marina.

Zona	Uso	Descripción
Marina	Turismo	Se contemplan todas las actividades turísticas realizadas dentro de GD, como son: actividades enfocadas al avistamiento de ballenas y delfines, fauna marina, excursiones al santuario de vida silvestre, manglares, snorkeling y buceo.
	Acuicultura	En la bahía de Rincón, ubicada en la cuenca interna de GD se han establecido tres proyectos de maricultura de ostras.
	Pesca Deportiva	Existen seis atracaderos turísticos, uno en Puerto Jiménez y cinco en Golfito que ofrecen este servicio, que consiste en capturar con un aparejo de pesca personal apropiado, especies de peces en aguas continentales, jurisdiccionales o en la zona económica exclusiva, sin fines de lucro y con propósito de deporte. Esta actividad se desarrolla en la zona descrita en el capítulo 1 de esta investigación como de Transición Oceánica.

	Pesca Artesanal	En GD se realiza la pesca artesanal en distintas áreas tanto en la cuenca interna como externa. Actividad de pesca realizada en forma artesanal por personas físicas, con uso de embarcación, en las aguas continentales o en la zona costera y con una autonomía para faenar, hasta un máximo de cinco millas náuticas del litoral que se realiza con propósitos comerciales.
	Pesca Comercial	En GD se han otorgado licencias de pesca para la captura de "ballyhoo", que son utilizados en pesca deportiva como carnada, sin contar con estudios técnicos del estado del recurso. Este recurso pesquero es considerado como la principal fuente de alimento de la población de delfín manchado (<i>S. attenuata</i>).
Costera	Desarrollo Costero	En este sistema marino, el Instituto Costarricense de Turismo (ICT), tiene un plan de desarrollo turístico masivo, que contempla la construcción de complejos turísticos y marinas de lujo tanto en Puerto Jiménez como en Golfito (ICT 2010).
	Prácticas Agrícolas	En las riberas de los ríos que drenan a GD, se desarrollan una serie de actividades agrícolas como son la ganadería y los monocultivos de palma africana y banano (Umaña, 1998).

Para GD se han realizado varios estudios socioeconómicos sobre la industria de avistamiento de cetáceos (ballenas y delfines) que podrían justificar la propuesta de creación de una Reserva Marina. Esta industria es considerada como una de las alternativas más viables para el desarrollo de las comunidades costeras de la región, la cual minimiza la dependencia de actividades insostenibles (Ardagh 2013). En el capítulo II de esta investigación se demuestra que la actividad de observación de cetáceos, genera un beneficio económico promedio de alrededor de 2 millones de dólares al año que contribuye

a la economía local de la región de manera directa, mediante la generación de divisas y fuentes de empleo (Turpie *et al.*, 2005; Pendleton, 2006; Hoyt & Iñiguez, 2008; Cisneros-Montemayor *et al.*, 2010). Aunque se cuenta con esta información, se deben mejorar los estudios socioeconómicos existentes e incorporar dentro de los mismos otras actividades turísticas que se generan en la zona propuesta, como son pesca deportiva, buceo, snorkeling, turismo de playa, tours a manglares para avistar fauna terrestre y aves, las cuales no han sido evaluadas para esta región, desconociéndose el beneficio económico que brindan a las comunidades costeras de la región.

6. NORMATIVA JURÍDICA

En Costa Rica, al igual que en muchas partes del mundo, la protección y conservación de ecosistemas terrestres ha tenido mayor fuerza que la dirigida a los ecosistemas marinos y costeros (Alvarado *et al.*, 2012). De manera coincidente, el ordenamiento jurídico del país se encuentra enfocado primordialmente a la protección de los ecosistemas terrestres, por lo que ostenta una serie de vacíos fundamentales en la implementación y manejo de áreas marinas protegidas (Mora *et al.*, 2006). En 1995 se realiza el primer esfuerzo formal por intentar solventar el vacío existente en la normativa ambiental de nuestro país referente a la protección y conservación de los ecosistemas marinos y costeros, mediante la creación de la categoría de manejo "*Áreas Marinas de Usos Múltiples*" (AMUM), erróneamente concebida como tal, ya que en la práctica su propósito era el de combinar un área marina protegida con una zona de amortiguamiento dentro de una misma unidad, y su verdadero objetivo sería la implementación de la coordinación entre las autoridades y las partes interesadas, por lo que la aplicación adecuada de las normas para cada una de estas áreas contribuiría a su gestión de manera óptima (Cajiao-Jiménez, 2010; Alvarado *et al.*, 2012).

Dentro del ordenamiento jurídico de nuestro país, existe una serie de instrumentos que faculta al gobierno para la creación de áreas marinas protegidas. Como fundamento de la soberanía constitucional, el artículo 6 de la Constitución Política de Costa Rica establece que la misma es completa y exclusiva en sus aguas territoriales en una distancia de doce

millas a partir de la línea de bajamar a lo largo de sus costas, en su plataforma continental y en su zócalo insular de acuerdo a los principios del Derecho Internacional. Se ejerce, una jurisdicción especial sobre los mares adyacentes a su territorio en una extensión de doscientas millas a partir de la misma línea, a fin de proteger, conservar y explotar con exclusividad todos los recursos y riquezas naturales existentes en las aguas, el suelo y el subsuelo de esas zonas (Mora *et al.*, 2006; Cajiao-Jiménez, 2010).

La definición oficial de Área Marina Protegida es la establecida en el artículo 1, inciso 3, del Decreto Ejecutivo № 35369-MINAET del 20 de setiembre de 2009: “Cualquier espacio intermareal, submareal y/o oceánico, con sus recursos naturales asociados, y sus características oceanográficas, geológicas, históricas y culturales, que han sido constituidas por ley o por Decreto Ejecutivo.” (Cajiao-Jiménez, 2010; Roldan-Chacón, 2011). Para su existencia jurídica, el artículo 36 de la Ley Orgánica del Ambiente, № 7554, establece que se deben cumplir una serie de requisitos, como son: a) estudios preliminares fisio-geográficos, de diversidad biológica y socioeconómicos, que las justifiquen; b) definición de objetivos y ubicación del área; c) estudio de factibilidad técnica y tenencia de la tierra; d) financiamiento mínimo para adquirir el área, protegerla y manejarla; e) confección de planos y f) emisión de ley o decreto respectivo (Mora *et al.*, 2006).

Es importante establecer la diferencia que en nuestro ordenamiento jurídico se presenta entre “áreas silvestres protegidas” y “categorías de manejo”, ya que en la práctica se tienden a confundir, siendo ambas denominaciones complementarias en el sentido que al hablar de áreas silvestres protegidas se entiende como zonas geográficas delimitadas, constituidas por terrenos, humedales y porciones de mar, que han sido declaradas como tales por representar significado especial por sus ecosistemas, la existencia de especies amenazadas, la repercusión en la reproducción y otras necesidades y por su significado histórico y cultural. Estas áreas están dedicadas a la conservación y protección de la biodiversidad, el suelo, el recurso hídrico, los recursos culturales y los servicios ecosistémicos que generan, mientras que las categorías de manejo son una clasificación de las áreas protegidas de acuerdo con sus objetivos de administración. La nomenclatura y definición de estas áreas que se utilizan en diversos países es diversa y está vinculada a

todo el contexto particular de leyes, políticas y estrategias (Mora *et al.*, 2006, Cajiao-Jiménez 2010).

En nuestro país, la Ley Orgánica del Ambiente № 7554 y de Biodiversidad № 7788, empoderan al gobierno de Costa Rica para la creación de áreas silvestres protegidas, en aquellas áreas con características ecológicas importantes o especiales que necesitan ser protegidas o conservadas para las futuras generaciones, donde se presente una gran biodiversidad, como es el caso de Golfo Dulce, así como para la creación de nuevas categorías de manejo. El artículo 70 del Reglamento de la Ley de Biodiversidad, Decreto Ejecutivo № 34433 del 11 de marzo del 2008, establece y define nueve categorías de manejo para las áreas silvestres protegidas, estas categorías son utilizadas para la clasificación de las áreas silvestres protegidas de acuerdo a su objetivo inicial, y las categorías de manejo son congruentes con las establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Mora *et al.*, 2006; Dudley, 2008; Cajiao-Jiménez, 2010; Salas *et al.*, 2012). Antes del 2008 solo existían siete categorías de manejo enfocadas a la conservación de ecosistemas terrestres, con algunas excepciones que incluían la zona marina (Mora *et al.*, 2006; Alvarado *et al.*, 2012). Cada una de estas categorías de manejo presenta una serie de limitaciones en cuanto al alcance de los objetivos de conservación y gestión, ya que se enfocan en la protección de ecosistemas terrestres, así como restricciones geográficas que limitaban la protección y conservación de ecosistemas de humedales.

A partir del 2008 se crean dos categorías de manejo exclusivamente marinas, solventando de esta manera el gran vacío legal existente, mediante la creación de las Reservas Marinas y las Áreas Marinas de Manejo, creadas bajo los Decretos Ejecutivos 34433-MINAE y 35369-MINAE, con el objetivo de conservar los ecosistemas y hábitat para la protección de las especies marinas de nuestro país. Estas categorías se definen como áreas marinas costeras u oceánicas que prioritariamente garantizan el mantenimiento, la integridad y la viabilidad de sus ecosistemas marinos y costeros a largo plazo, con beneficio para las comunidades humanas, mediante el flujo sostenible de productos y servicios ambientales brindados por estos ecosistemas (Cajiao-Jiménez, 2010; Salas *et al.*,

2012). En Costa Rica, de las nueve categorías existentes, solo seis aplican para la creación de Áreas Marinas Protegidas en Golfo Dulce (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.2. Categorías de manejo que aplican para la creación de Áreas Marinas Protegidas en Costa Rica, de acuerdo con las definiciones del artículo 70 del Reglamento de la Ley de Biodiversidad.

Categoría	Ley o Decreto de Creación	Descripción	Objetivo
Parques Nacionales	Ley de Creación del Servicio de Parques Nacionales № 6084	Áreas geográficas, terrestres, marinas, marino-costeras, de agua dulce o una combinación de éstas, de importancia nacional, establecidas para la protección y la conservación de las bellezas naturales y la biodiversidad, así como para el disfrute por parte del público.	Estas áreas presentan uno o varios ecosistemas en que las especies, hábitat y los sitios geomorfológicos son de especial interés científico, cultural, educativo y recreativo o contienen un paisaje natural de gran belleza.
Reservas Biológicas	Artículo 32 Ley Orgánica del Ambiente № 7554	Áreas geográficas que poseen ecosistemas terrestres, marinos, marino costeros, de agua dulce, o una combinación de estos y especies de interés particular para la conservación.	Sus fines principales serán la conservación y la protección de la biodiversidad, así como la investigación.
Refugios Naturales de Vida Silvestre	Ley Forestal № 7032	Áreas geográficas que poseen ecosistemas terrestres, marinos, marino-costeros, de agua dulce o una combinación de estos.	Sus fines principales serán la conservación, la investigación, el incremento y el manejo de la flora y la fauna silvestres, en especial de las que se encuentren en vías de extinción.
Humedales	Artículo 4 Ley Orgánica del Ambiente № 7554	Áreas geográficas que contienen ecosistemas de importancia nacional con dependencia de regímenes acuáticos, naturales o artificiales, permanentes o temporales, lénticos o lóticos, dulces, salobres o salados, incluyendo las extensiones marinas hasta el límite posterior de fanerógamas marinas o arrecifes de coral o, en su ausencia, hasta seis metros de profundidad en marea baja.	La función principal es la protección de dichos ecosistemas para asegurar el mantenimiento de sus funciones ecológicas y la provisión de bienes y servicios ambientales.

Reservas Marinas	Decreto Ejecutivo 34433-MINAE	Áreas marinas costeras u oceánicas que prioritariamente garantizan el mantenimiento, la integridad y la viabilidad de sus ecosistemas naturales, beneficiando las comunidades humanas mediante un uso sostenible de sus recursos, caracterizado por su bajo impacto según criterios técnicos.	Su objetivo principal es conservar los ecosistemas y hábitat para la protección de las especies marinas.
Áreas Marinas de Manejo	Decreto Ejecutivo 35369-MINAE	Áreas marinas costeras u oceánicas que son objeto de actividades para garantizar la protección y el mantenimiento de la biodiversidad marina a largo plazo, y que generan un flujo sostenible de productos naturales y servicios ambientales a las comunidades.	Sus objetivos principales, en ese orden jerárquico, son los siguientes: garantizar el uso sostenible de los recursos marinos - costeros y oceánicos; conservar la biodiversidad a nivel de ecosistemas, especies y genes; y mantener los servicios ambientales, los atributos culturales y tradicionales.

En abril del 2008, el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA) crea vía Decreto Ejecutivo № 35502-MAG las Áreas Marinas de Pesca Responsable, con la intención de generar un instrumento de zonificación de las actividades pesqueras dentro de un área marina determinada. La creación de estas áreas es dependiente de las características biológicas, socio-culturales y de aprovisionamiento pesquero que presentan estas áreas y requiere de la aplicación de normas específicas para garantizar el uso sostenible de las poblaciones de peces a largo plazo, así como para la conservación y gestión del recurso pesquero, con la ayuda de las comunidades costeras e instituciones gubernamentales. Las áreas marinas de pesca responsable (AMPR) difieren de las áreas marinas protegidas (AMP) en metas y objetivos. Mientras que las AMP tratan numerosos aspectos relacionados con la pesca, estas regulan otras actividades, que incluyen la conservación, el turismo, la educación ambiental, la navegación e investigación (Alvarado *et al.*, 2012; Salas *et al.*, 2012). La creación de AMPR en el país es un instrumento utilizado muy recientemente, declarándose formalmente solo tres áreas (Palito, Tárcoles y Golfo Dulce), que comprenden una superficie total de 865 km² de la costa pacífica de Costa Rica (Salas *et al.*, 2012) (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Normativa Legal de las Áreas Marinas de Pesca Responsable.

Área Marina de Pesca Responsable	Acuerdo y Decreto Ejecutivo	Descripción de la Regulación	Publicado
Palito, Isla Chira	INCOPECA Acuerdo AJDIP/067-95	Se prohíbe el uso de artes de pesca destructivas en el Área Marina de Pesca Responsable Palito y Chira.	La Gaceta edición N° 59
	INCOPECA Acuerdo AJDIP/315-2009	Se declara a Palito y Chira como Áreas Marinas de Pesca Responsable.	La Gaceta edición N° 226
	Decreto Ejecutivo N° 35502-MAG	Se crean y declaran de interés público las Áreas Marinas de Pesca Responsable.	La Gaceta edición N° 191
Tárcoles	INCOPECA Acuerdo AJDIP/193-2011	Se declara Tárcoles como Área Marina de Pesca Responsable.	La Gaceta edición N° 159
	Decreto Ejecutivo N° 35502-MAG	Se crean y declaran de interés público las Áreas Marinas de Pesca Responsable.	La Gaceta edición N° 191
Golfo Dulce	INCOPECA Acuerdo AJDIP/251-2009	Se acoge la solicitud de seis asociaciones de pescadores artesanales y del gremio de pescadores deportivos para la creación del Área Marina de Pesca Responsable Golfo Dulce.	La Gaceta edición N° 158
	INCOPECA Acuerdo AJDIP/191-2010	Se declara Golfo Dulce como Área Marina de Pesca Responsable.	La Gaceta edición N° 196
	Decreto Ejecutivo N° 35502-MAG	Se crean y declaran de interés público las Áreas Marinas de Pesca Responsable.	La Gaceta edición N° 191

7. PRINCIPALES AMENAZAS PARA LA CONSERVACION, GESTIÓN Y MANEJO DEL AREA PROPUESTA

Para el área propuesta es necesario establecer las capacidades y limitaciones que presenta la región para el establecimiento de una Reserva Marina, como por ejemplo, la existencia en la zona de un AMPR establecida mediante Acuerdo AJDIP/191-2010 de INCOPECA, lo que podría tener implicaciones a nivel jurídico para el establecimiento del área, por los intereses existentes de parte del sector pesquero de la región respecto a este tipo de iniciativas.

A esto se suma la iniciativa del Instituto Costarricense de Turismo (ICT) de un plan de desarrollo turístico masivo para el Pacífico Sur donde se incluye GD (ICT 2010), así como los planes reguladores costeros existentes, los cuales se encuentran dispersos a lo largo de la costa, sin ningún marco de referencia regional que regule la ubicación y

densidad del desarrollo, lo que permite una capacidad excesiva de complejos turísticos en las zonas costeras (ICT-JICA, 2001; Miranda, 2013). Estos planes han sido realizados por empresas privadas que tienen algún tipo de interés económico sobre estas zonas. Un ejemplo de esto es el plan regulador parcial del sector costero de Puerto Jiménez, el cual no integra toda el área costera de Puerto Jiménez, sino únicamente el área costera donde se pretende construir una marina de lujo. Este plan sugiere una gran cantidad de áreas para desarrollo hotelero y residencial en la zona marítimo-terrestre, en las áreas ubicadas detrás del sitio donde se quiere construir una marina, con potenciales daños al manglar, en donde el plan propone destinar solo el 29,58 % de la zona regulada.

El marco jurídico actual permite al gobierno la creación de áreas marinas protegidas en las zonas con características ecológicas importantes o especiales que necesitan ser conservadas para las futuras generaciones. Este es el caso, por ejemplo, de GD, pero la falta de voluntad política e interés por el establecimiento de áreas marinas protegidas en la región pone en riesgo a uno de los 25 focos de biodiversidad del planeta, el cual alberga el 21.5% de la biodiversidad marina del Pacífico costarricense (Quesada & Cortés, 2006; Morales-Ramírez, 2011; Morales-Ramírez *et al.*, 2015). Es probable que los intereses económicos, especialmente de desarrollos inmobiliarios frente al mar, ejerzan una considerable presión para cambiar las categorías de manejo a un nivel de protección inferior, un proceso utilizado por los políticos para reducir las áreas marinas a cambio de zonas costeras utilizadas para el desarrollo de infraestructura turística. Estas acciones, ponen en riesgo el sistema socio-ecológico por la pérdida de conectividad entre la costa y el mar (Alvarado *et al.*, 2012).

8. LIMITES, OBJETIVOS Y CONDICIONES DE USO DEL ÁREA PROPUESTA

La propuesta para el establecimiento de un AMP en GD, debe estar basada en la estructura más simple discutida por Hoyt (2011), definida como "Reserva de la Biosfera", la cual debe contemplar lo siguiente:

- a) *Áreas núcleo*: áreas dedicadas a la protección de los hábitats críticos de los cetáceos, estas áreas concentran el 50% de los registros espaciales totales por especie y esa concentración de registros responde a funciones ecológicas que promueven la ocupación, es decir, si el 50% de los registros de delfines nariz de botella se concentra en un área específica, como son las desembocaduras de los ríos, esa área ofrece algún atributo/beneficio ecológico (en este caso abundancia de presas) que repercute en una mayor capacidad de supervivencia de dicha especie.
- b) *Áreas de amortiguamiento*: áreas que rodean a los hábitats críticos de cetáceos y que albergan el ámbito hogar de la especie, que es toda la extensión geográfica donde hay una probabilidad muy alta de ocupación por parte de la especie.
- c) *Áreas de transición*: son las zonas que rodean a las áreas de amortiguamiento, que pueden contemplar tanto áreas marinas como costeras, generalmente utilizadas para desarrollar actividades humanas sostenibles o de bajo impacto ambiental.

Estas áreas deben presentar distintas categorías de manejo que aseguren la protección y conservación de los hábitats críticos de cetáceos que las utilizan, además de considerar su flexibilidad y movilidad dependiendo de los cambios estacionales y anuales, así como los producidos por el cambio climático en las condiciones locales.

En Costa Rica, la categoría de manejo que contempla estos aspectos es la Reserva Marina (Cajiao-Jiménez, 2010; Salas *et al.*, 2012), la cual tiene como objetivo principal conservar los ecosistemas y hábitats para la protección de las especies marinas. Esta definición se ajusta perfectamente con el objetivo de protección y conservación de los hábitats críticos de las poblaciones de cetáceos que utilizan el área para realizar sus funciones biológicas fundamentales.

Los límites de las áreas núcleo, de amortiguamiento y de transición que deben ser contempladas en esta propuesta se describen en el Cuadro 3.5, estas áreas se encuentran interconectadas y han sido reportadas como hábitats críticos de alimentación, reproducción

y crianza de las poblaciones de cetáceos que residen dentro de GD (Oviedo, 2007; Oviedo, 2008; Oviedo *et al.*, 2009; Pacheco & Oviedo, 2007; Pacheco-Polanco *et al.*, 2011; Márquez *et al.*, 2012, Oviedo *et al.*, 2012; Oviedo *et al.*, en prensa), consideras por Hoyt (2011) como las áreas más cruciales que las AMP deben buscar proteger.

Cuadro 3.5. Propuesta de zonificación de la Reserva Marina.

	Área Núcleo	Amortiguamiento	Transición	Hábitat Crítico	Especie
1	Enfrente de la desembocadura río Esquinas	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Alimentación	Delfín Nariz de Botella (<i>Tursiops truncatus</i>)
2	Enfrente de la desembocadura río Rincón	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Alimentación	Delfín Nariz de Botella (<i>Tursiops truncatus</i>)
3	Enfrente de la desembocadura río Coto-Colorado	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Alimentación	Delfín Nariz de Botella (<i>Tursiops truncatus</i>)
4	Subsistema conformado por río Tigre y Platanares	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Alimentación	Delfín Nariz de Botella (<i>Tursiops truncatus</i>)
5	Porción media de la cuenca interna	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Alimentación	Delfín Manchado (<i>Stenella attenuata</i>)
6	Toda el área del umbral	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Reproducción	Ballena Jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)
7	Zona costera desde Puntarenitas a Cabo Matapalo	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Crianza	Ballena Jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)
8	Zona costera desde el Río Coto Colorado hasta Punta Banco	La zona de amortiguamiento debe considerar el ámbito hogar de la especie	2 milla náutica alrededor de la zona de amortiguamiento	Crianza	Ballena Jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>)

9. REGULACIÓN DE ACTIVIDADES HUMANAS DENTRO DEL ÁREA MARINA PROTEGIDA

Las actividades humanas que se realizan en las zonas marinas y costeras de una región producen impactos tanto directos como indirectos sobre los ecosistemas marinos y costeros, por lo que su manejo, regulación y restricción es una forma efectiva de reducir los impactos producidos sobre el ecosistema marino, lo que contribuye a la viabilidad

ecológica a largo plazo de estos ecosistemas. Esta propuesta considera que para el establecimiento de esta área marina protegida tipo Reserva Marina, las actividades humanas que se realicen dentro de ella deben ser congruentes con el objetivo planteado de conservación y protección de los hábitats críticos de cetáceos, al menos dentro de las áreas núcleo, regulando y limitando el desarrollo de ciertas actividades dentro de las zonas de amortiguamiento y de transición (cuadro 3.6).

Las actividades humanas que se realicen en la zona costera de Golfo Dulce, sean de tráfico marítimo, agrícolas, complejos turísticos, descarga de aguas residuales, acuicultura, atracaderos y marinas, deben ser consideradas por los tomadores de decisiones durante el proceso de planificación de dicha área. De esta forma se disminuirían los conflictos generados entre los usuarios, actividades productivas y turísticas que se realicen en esta área, y se minimice el impacto ambiental acumulativo producido por estas actividades sobre los ecosistemas marinos y costeros de la región.

Cuadro 3. 6. Actividades humanas a ser reguladas, limitadas y prohibidas en las distintas áreas núcleo, de amortiguamiento y transición de la Reserva Marina.

Áreas	Actividades Humanas	Prohibidas	Limitadas	Reguladas
Núcleo	Pesca y Acuicultura	X		
	Tráfico Comercial	X		
	Embarcaciones de Recreo	X		
	Avistamiento de cetáceos	X		
	Atracaderos	X		
	Marinas	X		
	Complejos Turísticos	X		
	Descargas de Aguas Residuales	X		
	Actividades Agrícolas	X		
	Investigación			

Amortiguamiento	Pesca y Acuicultura		X	
	Tráfico Comercial	X		
	Embarcaciones de Recreo	X		
	Avistamiento de cetáceos		X	
	Atracaderos		X	
	Marinas	X		
	Complejos Turísticos	X		
	Descargas de Aguas Residuales	X		
	Actividades Agrícolas		X	
	Investigación			X
Transición	Pesca y Acuicultura			X
	Tráfico Comercial		X	
	Embarcaciones de Recreo		X	
	Avistamiento de cetáceos			X
	Atracaderos			X
	Marinas	X		
	Complejos Turísticos		X	
	Descargas de Aguas Residuales	X		
	Actividades Agrícolas			X
	Investigación			X

10. EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS Y HUMANOS REQUERIDOS PARA LA CREACION DEL ÁREA PROPUESTA

En Costa Rica, el ente encargado de la administración de las áreas silvestres protegidas - incluyendo las áreas marinas protegidas- es el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), esto según lo estipulado en el artículo 7 de Ley de Conservación de Vida Silvestre № 7317.

Dado que las áreas de conservación cuentan con un presupuesto limitado para la protección y conservación, se podría implementar una serie de estrategias para conseguir el financiamiento mínimo necesario para su protección y conservación, así como para las labores de monitoreo de esta área, como son:

- Adquirir el financiamiento por parte de la Junta de Desarrollo Regional de la Zona Sur (JUDESUR) para la consolidación de la Reserva Marina en GD y la elaboración de los estudios que se consideren necesarios, como por ejemplo, el de Factibilidad Técnica del Área.
- Establecer un canon ambiental (licencia por el derecho de uso) a las actividades turísticas que se realicen dentro de esta área (pesca deportiva, actividades de avistamiento de cetáceos, fauna marina, etc.).
- Las organizaciones no gubernamentales que realizan investigación científica dentro del área pueden promover una campaña a nivel nacional e internacional para recaudar fondos para el establecimiento, seguimiento y monitoreo del área.
- Establecer vía legislación un fideicomiso para el seguimiento y monitoreo del área, el cual podría ser contemplado en el mismo decreto ejecutivo de creación de la reserva marina.

Durante el establecimiento de una categoría de manejo, es importante considerar a todos los actores locales que tienen injerencia sobre los recursos del área propuesta, los cuales deben ser involucrados durante todo el proceso de creación del AMP, con la finalidad que la propuesta sea efectiva, disminuyendo los conflictos que se generan entre usuarios, actividades productivas y turísticas que se realicen dentro de esta área. Esto se podría implementar mediante un proceso de consulta pública que debería incorporar a los siguientes actores locales identificados:

- Instituciones Gubernamentales que tienen injerencia en esta área como son: SETENA, ICT, INCOPECA, FECOP, SINAC, INVU, MOPT y Municipalidades.

- Universidades que realizan investigación científica en el área propuesta como son: UCR, UNA y TEC
- Organizaciones no gubernamentales que realizan investigación científica en el área propuesta.
- Líderes comunales de las comunidades costeras del área propuesta (Puerto Jiménez, Golfito, La Palma y Cañaza).
- Líderes de las comunidades indígenas del área propuesta
- Tour operadores del área propuesta
- Cámara de Turismo de la zona.
- Pescadores artesanales
- Pescadores comerciales

11. CONCLUSIONES GENERALES

1. Es necesario el establecimiento de una categoría de manejo dentro de Golfo Dulce que garantice la protección y conservación de los hábitats críticos de las poblaciones de cetáceos que están siendo afectadas por las actividades humanas que se desarrollan en las comunidades aledañas al Golfo, así como por las desarrolladas en las cuencas hidrográficas que drenan hacia este sistema.
2. La política de ordenamiento espacial marino que se está generando para el Pacífico Sur de Costa Rica, donde se incluye Golfo Dulce, debe incorporar las actividades humanas que se desarrollan en la zona costera, para garantizar su efectividad.
3. Con la información que se cuenta hasta la fecha sobre este sistema marino, es importante actualizar el modelo trófico de GD, realizado por Wolff *et al.*, (1996).
4. Es importante implementar medidas de manejo, regulación y restricción de las actividades humanas que se desarrollan, tanto en las cuencas hidrográficas que drenan hacia este sistema marino así como en la zona marino-costera de Golfo Dulce.

5. Es importante que se realice un programa de monitoreo periódico de la calidad del agua dentro de Golfo Dulce.
6. El Reglamento para la Operación de Actividades Relacionadas con Cetáceos, establecido mediante Decreto Ejecutivo Nº 32495-MINAE-MOPT-MSP-MAG del día 28 de julio del 2005, no es un instrumento efectivo para regular la actividad, dado que no contempla sanciones administrativas por incumplimiento.

12. RECOMENDACIONES GENERALES

1. El plan de manejo que se realice para esta AMP deberá definir y delimitar las áreas núcleo, de amortiguamiento y transición, así como la movilidad que presenten estas entre temporadas, para garantizar su efectividad.
2. El plan de manejo, deberá incorporar las regulaciones y limitaciones de las nuevas actividades humanas que se desarrollen en los alrededores del AMP. Este plan debe contar con los instrumentos necesarios para regular su ubicación, densidad, y capacidad.
3. La actualización del modelo trófico en GD, debe incorporar a las poblaciones simpátricas de delfines como son: el delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*) y el delfín nariz de botella (*T. truncatus*), los cuales podrían tener aspectos a nivel trófico muy particulares, en contraste con sus conspecíficos en otros ámbitos del Pacífico Costarricense. La estructura y recursos del hábitat que presenta GD, en todas sus características fisiográficas e hidrográficas y en específico su carácter anóxico, podrían influir en que estas poblaciones se comporten como unidades específicas con un grado importante de aislamiento y con tendencia a la insularidad, esto reflejado a nivel trófico.
4. La política de ordenamiento espacial marino-costero y planificación de las actividades humanas, debe restringir el desarrollo de proyectos de alto impacto como son las marinas y complejos turísticos de lujo.

5. Se debe establecer un programa de control de las actividades humanas de la zona, donde se controlen las descargas de fertilizantes, plaguicidas y aguas servidas en todas aquellas zonas que alcancen directa o indirectamente al golfo.
6. Se debe establecer un programa de monitoreo a largo plazo de la actividad de avistamiento de cetáceos dentro de Golfo Dulce, donde se considere la capacidad de carga de la actividad, mediante el uso de un modelo de cambio ecológico aceptable, antes de que la actividad se vuelva insostenible.
7. Se debe fortalecer la normativa vigente de nuestro país, imponiendo sanciones administrativas a los infractores.

13. LITERATURA CITADA

- Acevedo, A. & S. Burkhart. 1998. Seasonal distribution of bottlenose (*Tursiops truncatus*) and pan-tropical spotted (*Stenella attenuata*) dolphins (Cetacea: Delphinidae) in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 46(6): 91-101.
- Alvarado, J., Herrera, B., Corrales, L., Asch, J & P. Paaby. 2011. Identificación de las prioridades de conservación marina y costera en Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 59(2): 829-842.
- Alvarado, J., Cortes, J., Esquivel, M & E. Salas. 2012. Costa Rica's Marine Protected Areas: status and perspectives. *Revista de Biología Tropical* 60(1): 129-142.
- Bearzi, M. 2012. Cetaceans and MPAs should go hand in hand: A case study in Santa Monica Bay, California. *Ocean and Coastal Management* 60: 56-59.
- Bessensen, B., Oviedo, L., Acevedo-Gutiérrez, A., Burdett Hart, L., Herra-Miranda, D., Pacheco-Polanco, J.D., Baker, L., Saborío-R, G & L. Bermúdez-Villapol. 2014. Lacaziosis-like disease in Costa Rica from photographic records of bottlenose

dolphins *Tursiops truncatus* in Golfo Dulce. Emerging Infectious Diseases 107: 173-180.

Brenes C. L. & S. León. 1988 Algunos aspectos fisico-químicos del Golfo Dulce. Ingeniería en Ciencia Química 12: 12-16.

Cajiao-Jiménez, M.V. 2010. Manual de legislación marino costera y pesquera de Costa Rica. Fundación Marviva, San José, Costa Rica.

Cubero-Pardo, P. 1998. Distribución y patrones de actividad del bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) en el Golfo Dulce. Tesis de maestría. Universidad de Costa Rica. 102p.

Cubero-Pardo, P. 2007a. Distribución y condiciones ambientales asociadas al comportamiento del delfín bufeo (*Tursiops truncatus*) y el el delfín manchado (*Stenella attenuata*) (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. Revista de Biología Tropical 55(2): 549-557.

Cubero Pardo, P. 2007b. Environmental factors governing the distribution of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) and the spotted dolphin (*Stenella attenuata*) in Golfo Dulce, South Pacific, off Costa Rica. Investigaciones Marinas 35: 15 - 23.

Dudley, N. 2008. Guidelines for applying protected area management categories. IUCN, Gland, Switzerland.

García, V., J. Acuña-González, J.A. Vargas-Zamora & J. García-Céspedes. 2006. Calidad bacteriológica y desechos sólidos en cinco ambientes costeros de Costa Rica. Revista de Biología Tropical 54(1): 35-48.

- Garaffo, G., S. L. Dans, S. N., Pedraza, E. A., Crespo & M., Degradi. 2007. Habitat use by dusky dolphin in Patagonia: how predictable is their location. *Marine Biology* 152: 165 – 177.
- Hoyt, E. 2011. Marine Protected Areas for Whales, Dolphins and Porpoises. A World Handbook for Cetacean Habitat Conservation. Earthscan, London. 492p.
- ICT-JICA 2001. Planeamiento de Uso de la Tierra en las Zonas Costeras para el Desarrollo Turístico Sostenible. Volumen 2 y 3, Texto principal. San José.
- Ingram, S. & E. Rogan. 2002. Identifying critical areas and habitat preferences of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*. *Marine Ecology Progress Series*, 244: 247-255.
- Karcmarski, L., B. Wursig, G. Gailey, K.L. Larson & C. Vanderlip. 2005. Spinner dolphins in a remote Hawaiian atoll: social grouping and population structure. *Behavioral Ecology*. 16(4): 675-685.
- Kenchington, R., Ward, T. & E. Hegerl. 2003. The Benefits of Marine Protected Areas. Jamison, Australia.
- Kuever, J., Wawer, C. & Lillebaeck, R. 1996. Microbiological observations in the anoxic basin Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(3): 49-57.
- Lusseau, D. 2003. Effects of Tour Boats on the Behaviour of Bottlenose Dolphins: Using Markov Chains to Model Anthropogenic Impacts. *Conservation Biology*, 17(6): 1785-1793.
- Lusseau, D. & J. Higham. 2004. Managing the impacts of dolphin-based tourism through the definition of critical habitats: the case of bottlenose dolphins (*Tursiops spp.*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Tourism Management*. 25: 657-667.

- Martínez-Fernández, D., Montero-Cordero, A & May-Collado, L. 2005. Cetáceos de las aguas costeras del Pacífico norte y sur de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 59(1): 283–290.
- Márquez-Artavia, A., Oviedo, L., Herra-Miranda, D., Pacheco-Polanco, J.D., Quirós-Pereira, W. Silva-Hernández M.A & C. Figgenger. 2012. The utilization distribution of humpback whales in Golfo Dulce, Costa Rica. IWC/64/SC/O15
- May-Collado, L., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K. & Sereg, I., 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica, based on data collected from 1979–2001. *Revista de Biología Tropical*. 53: 249–263.
- Morales-Ramírez, A. 2011. La Diversidad Marina de Golfo Dulce, Pacífico Sur de Costa Rica: Amenazas a su Conservación. *Biocenosis* 24(1-2): 9-20.
- Morales-Ramírez, A., Acuña-González, J., Lizano, O., Alfaro, E. & Gómez, E. 2015. Rasgos oceanográficos en el Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica: una revisión para la toma de decisiones en conservación marina. *Revista de Biología Tropical* 63(1): 131-160.
- Oviedo, L. 2007. Dolphin sympatric ecology in a tropical fjord: habitat partitioning by bathymetry and topography as a strategy to coexist. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. 87: 1-9.
- Oviedo, L. 2008. Análisis del uso de hábitat del delfín manchado pantropical *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphimidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. Trabajo final de graduación para optar por el grado de Maestría. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias. San José, Costa Rica.

- Oviedo, L. & M. Solís. 2008. Underwater topography determines critical breeding habitat for humpback whales near Osa Peninsula, Costa Rica: implications for Marine Protected Areas. *Revista de Biología Tropical*, 56(2): 591-602.
- Oviedo, L., Pacheco-Polanco, J.D. & D. Herra-Miranda. 2009. Evaluación de los riesgos de afectación por el establecimiento de granjas atuneras en relación con la distribución espacial de cetáceos en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista Ciencias Marinas y Costeras* 1: 159-174.
- Oviedo, L., D. Herra-Miranda, J.D. Pacheco-Polanco, A. Márquez-Artavia, W. Quirós-Pereira, Hernández-Silva, M.G. & C. Figgner. 2012. The critical foraging habitats of bottlenose and coastal pantropical spotted dolphins in Golfo Dulce, Costa Rica. Report of Scientific Committee. International Whaling Commission, Panama City. 78.
- Oviedo, L., D. Herra-Miranda, J.D. Pacheco-Polanco, C. Figgner, A. Márquez-Artavia, W. Quiros-Pereira, & M. Iñiguez. 2015. Diversidad de cetáceos en el paisaje marino costeros de Golfo Dulce, Península de Osa, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 63(1):395-406.
- Pacheco-Polanco, J.D. & L. Oviedo. 2007. Determinación del hábitat crítico de alimentación de delfines nariz de botella (*T. truncatus*) en Golfo Dulce, Costa Rica. VII Congreso Venezolano de ecología. Ciudad Guayana, Estado Bolívar, Venezuela.
- Pacheco-Polanco, J.D. Oviedo, L. Herra-Miranda, D & M.A. Silva. 2011. The Occurrence of Coastal and Oceanic Bottlenose Dolphins Off The Southern Pacific Coast of Costa Rica. *Abstract book of the XVII Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Tampa, Fla.*

- Quesada-Alpizar, M & J. Cortés. 2006. Los ecosistemas marinos del Pacífico sur de Costa Rica: estado del conocimiento y perspectivas de manejo. *Revista de Biología Tropical* 54(1): 101-145.
- Quesada, J. & V. Ramírez 1989. La historia reciente de la zona fronteriza de Costa Rica con Panamá. *Ciencias Sociales* 45-46: 9-32.
- Richards, F.A., J.J. Anderson & J.D. Clide. 1971. Chemical and physical observations in Golfo Dulce, an anoxic basin on the Pacific coast of Costa Rica. *Limnology and Oceanography* 16: 43-50.
- Roldan-Chacón, C. 2011. La participación ciudadana en la conservación de la biodiversidad: sistema nacional de áreas de conservación de Costa Rica. *Biocenosis* 24 (1-2): 81-86.
- Salas, E.; E. Ross Salazar & A. Arias. 2012. Diagnóstico de áreas marinas protegidas y áreas marinas para la pesca responsable en el Pacífico costarricense. Fundación MarViva. San José, Costa Rica.
- Sumaila, U.R., Guenette, S., Alder, J. & R. Chuenpagdee. 2000. Addressing ecosystem effects of fishing using marine protected areas. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 752-760.
- Spongberg, A. & P. Davis. 1998. Organochlorinated pesticide contaminants in Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 46(6): 111-124.
- Spongberg, A. 2004a. PCB contamination in marine sediments from Golfo Dulce, Pacific coast of Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 52(2): 23-32.
- Spongberg, A. 2004b. PCB contamination in surface sediments in the coastal waters of Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 52(2): 1-10.

- Svendsen, H., R. Rosland, S. Myking, J.A. Vargas, O.G. Lizano & E.C. Alfaro. 2006. A physical oceanographic study of Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 54(1): 147-170.
- Umaña, G. 1998. Characterization of some Golfo Dulce drainage basin rivers (Costa Rica). *Revista de Biología Tropical* 46(6): 125-135.
- Vargas, J.A. & M. Wolff (eds). 1996. Ecosistemas costeros de Costa Rica con énfasis en el Golfo Dulce y áreas adyacentes: una visión sinóptica basada en la expedición del Buque Oceanográfico Victor Hensen 1993-1994 y estudios previos. *Revista de Biología Tropical* 44 (3): 238.
- Wolff, M., H. J. Hartmann & V. Koch. 1996. A pilot trophic model for Golfo Dulce, a fjord-like embayment, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44(3): 215-231.

ANEXO

Código Cuestionario: TAC 01

ENCUESTA ESTRUCTURADA I

Dirigida: Turistas que realizan la actividad de avistamiento de Cetáceos.

Introducción: La siguiente encuesta es parte de una tesis de maestría en gestión integrada de áreas costeras tropicales de la Universidad de Costa Rica, y tiene la intención de determinar el beneficio económico que reciben las comunidades costeras de Golfo Dulce, con el avistamiento de Cetáceos.

I. PARTE

1. Sexo: Masculino: (1) Femenino: (2)
2. Edad: _____
3. Lugar Nacimiento: _____ Año nacimiento: _____
4. País de Origen: _____
5. Lugar Residencia: _____
6. Estado Civil:

Soltero (a): (1) Casado (a): (2) Unión Libre: (3) Otro: (4) _____

7. Cuántas personas viajan con usted: _____
8. Usted viaja con: Solo: (1) Novia (o): (2) Amigos: (3) Familia: (4)
9. Profesión u oficio: _____

II. PARTE

1. Usted viajó a Costa Rica usando el siguiente medio:
Avión: (1) Barco: (2) Yate: (3) Bus: (4) Automóvil: (5) Otro: (6) _____
2. Cuál fue el precio del tiquete: _____
3. Usted viajó a Golfo Dulce utilizando el siguiente medio:
Avioneta: (1) Barco: (2) Yate: (3) Bus: (4) Automóvil: (5) Otro: (6) _____
4. Cuál fue el precio del tiquete: _____
5. Cuántos días planea permanecer en Golfo Dulce _____

6. ¿Dónde se encuentra hospedado?

Hotel: (1) Cabinas: (2) Hostal: (3) Acampando: (4) Otro: (5) _____

7. ¿Cuál es el precio por noche del hospedaje: _____

8. ¿El precio le incluye las comidas? Si: (1) No: (2)

9. Usted realiza sus comidas en:

Hotel: (1) Restaurante: (2) Soda: (3) Cafetería: (4) Otro: (5) _____

10. Cuál es el precio del desayuno por persona:

\$5-\$10: _____ \$15-\$20: _____ \$25-\$30: _____ \$35-\$40: _____ \$45-\$50: _____

11. Cuál es el precio del almuerzo por persona:

\$5-\$10: _____ \$15-\$20: _____ \$25-\$30: _____ \$35-\$40: _____ \$45-\$50: _____

12. Cuál es el precio de la cena por persona:

\$5-\$10: _____ \$15-\$20: _____ \$25-\$30: _____ \$35-\$40: _____ \$45-\$50: _____

13. Cuántos días realizo el tour de avistamiento de ballenas y delfines: _____

14. Cuál fue el precio del tiquete por persona: _____ dólares

15. Este precio le incluía refrigerio: Si: (1) No: (2)

16. Estaría dispuesto a realizar el tour de avistamiento de ballenas y delfines nuevamente: Si: (1) No: (2)

ENCUESTA ESTRUCTURADA II

Dirigida: Operadores turísticos que ofrecen el servicio de avistamiento de Cetáceos.

Introducción: La siguiente encuesta es parte de una tesis de maestría en gestión integrada de áreas costeras tropicales de la Universidad de Costa Rica y tiene la intención de determinar el valor económico que tienen las poblaciones de Cetáceos (ballenas y delfines), tanto residentes como migratorios, para las comunidades costeras de Golfo Dulce.

I. PARTE

1. Sexo: Masculino: (1) Femenino: (2)
2. Edad: _____
3. Lugar Nacimiento: _____ Año nacimiento: _____
4. Nacionalidad: _____
5. Lugar Residencia: _____
6. Estado Civil:

Soltero (a): (1) Casado (a): (2) Unión Libre: (3) Otro: (4) _____

7. Profesión u oficio: _____

II. PARTE

8. Con cuántas embarcaciones cuenta la compañía para realizar avistamiento de ballenas y delfines: _____
9. Cuántos pasajeros pueden trasladar estas embarcaciones: _____
- 10.Cuál es el precio en dólares de un tiquete para realizar avistamiento de ballenas y delfines:

Medio día: _____ Día completo: _____

11. Cuántas salidas en promedio se realizan en un mes: _____

12. Cuántas personas realizan esta actividad por mes:

Medio día: _____ Día completo: _____

13. Cuántas personas trabajan para esta compañía: _____

- 14.Cuál es el sueldo mensual promedio de estas personas:

\$300-\$350: ___ \$350-\$400: ___ \$400-\$450: ___ \$450-\$500: ___ \$500-\$550: ___

15. Cuál es el costo de operación por día de cada una de las embarcaciones:

Medio día: ___ Día completo: ___

16. Cada cuánto se realiza el mantenimiento de estas embarcaciones:

7 días: ___ 15 días: ___ 22 días: ___ 1 mes: ___ 1.5 meses: ___ Otro: ___

17. Cuál es el costo del mantenimiento de las embarcaciones:

\$500: ___ \$1000: ___ \$1500: ___ \$2000: ___ \$3000: ___ Otro: ___

ENCUESTA ESTRUCTURADA III

Dirigida: Población que depende indirectamente del recurso.

Introducción: La siguiente encuesta tiene la intención de determinar el valor económico que tienen las poblaciones de Cetáceos (ballenas y delfines), tanto residentes como migratorios, para las comunidades costeras de Golfo Dulce.

I. PARTE

1. Sexo: Masculino: (1) Femenino: (2)

2. Edad: _____

3. Lugar Nacimiento: _____ Año nacimiento: _____

4. Nacionalidad: _____

5. Lugar Residencia: _____

6. Estado Civil:

Soltero (a): (1) Casado (a): (2) Unión Libre: (3) Otro: (4) _____

7. De cuántas personas consiste su núcleo familiar:

Dos: (1) Tres: (2) Cuatro: (3) Cinco: (4) Seis: (5) Siete: (6) Otro: (7) _____

8. Cuántas de estas personas son niños:

Uno: (1) Dos: (2) Tres: (3) Cuatro: (4) Cinco: (5) Seis: (6) Siete: (7) Ocho: (8)

9. Cuántas de estas personas son adolescentes:

Uno: (1) Dos: (2) Tres: (3) Cuatro: (4) Cinco: (5) Seis: (6) Siete: (7) Ocho: (8)

10. Profesión u oficio: _____

II. PARTE

11. ¿Usted sabe si existen Ballenas y delfines dentro del Golfo?:

Si: (1) No: (2) No sabe: (3)

12. De las siguientes especies de delfines y ballenas que se aprecian en la siguiente figura cuáles viven dentro del Golfo:

13. ¿Usted conoce la importancia que tienen las ballenas y los delfines para el Golfo?
¿Cuál es?

14. ¿Usted cree que existe algún beneficio para las comunidades por la presencia de ballenas y delfines en la zona? ¿Cuál sería?

15. ¿Cuál diría usted que es el mayor beneficio que reciben la comunidad de la zona por contar con ballenas y delfines dentro del Golfo:

16. ¿Cómo se beneficia usted con la afluencia de turistas, producto del avistamiento de ballenas y delfines en la región:



A



B



C



D