

DELFINES
en el
GOLFO
de
URABÁ,
Caribe colombiano:

IMPLICACIONES PARA
SU CONSERVACIÓN
Y EL MANEJO COSTERO

**MARÍA CAMILA
ROSSO LONDOÑO**

2022





*Em cada precipício me sento
e um anjo me sussurra com calma
as encruzilhas,
as estradas desconhecidas.*

*Todos os meus anseios
estão em suas mãos
e com seu hálito me acalma,
me acalanta.*

*Durma, ele me diz, sentado
na beira de minha sombra,
não tenha medo dos sonhos.*

Roseana Murray



**Delfines en el Golfo de Urabá, Caribe Colombiano: Implicaciones para su
conservación y el manejo costero**

María Camila Rosso Londoño

Tesis de grado presentado para optar al título de Doctora en Ciencias del Mar

Director
PhD. Fernando Trujillo

Comité Tutorial
PhD Enrique Crespo
PhD Marcela Portocarrero Aya
PhD Jenny Leal

Universidad de Antioquia
Corporación Académica Ambiental
Doctorado Ciencias del Mar
Turbo, Antioquia, Colombia
2022

| | |
|---|---|
| Cita numérica | 1 |
| Cita nota al pie | ¹ Rosso-Londoño, María Camila, “Delfines en el golfo de Urabá, Caribe Colombiano: Implicaciones para su conservación y el manejo costero”. (Tesis doctoral, Universidad de Antioquia, 2022). |
| Fuentes primarias / Bibliografía | Rosso-Londoño, María Camila, “Delfines en el golfo de Urabá, Caribe Colombiano: Implicaciones para su conservación y el manejo costero”. Tesis doctoral, Universidad de Antioquia, 2022. |

Estilo: Chicago 17 (2017) y adaptación de Trashumante. Revista Americana de Historia Social UdeA.



Corporación Académica Ambiental (CAA).

Fundacion Omacha



Biblioteca Sede Ciencias del Mar (Turbo)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes

Decana: Adriana Echavarría

Jefe departamento: José M. Riascos

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

A Gael por ser el todo

A mis papás

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis existe gracias a muchas personas.

Primero agradezco a la Universidad de Antioquia y en especial a la profesora Jenny Leal por permitirme hacer parte de esta Universidad, por su presencia y consejo y a José Riascos por su apoyo y comprensión.

A Colfuturo y Colciencias por otorgarme la beca que hizo posible acercarme a los delfines y a Urabá por cuatro años y a la Fundación Omacha por financiar los recorridos en campo y por permitirme usar sus equipos.

A Dalila Caicedo Herrera que hizo posible que todo pasara, por tener fe en mí y en mi trabajo, por su cercanía y su total *amorosidad* en todo el proceso, por adoptarme, por estar ahí siempre en esa forma tan sutil y al mismo tiempo contundente para que pasara.

A Fernando Trujillo por haber aceptado ser mi director, a Enrique Crespo por sus palabras y ánimo constante por las revisiones oportunas y toda la fuerza para que terminara por fin este proceso y a Marcela Portocarrero Aya por su disponibilidad para apoyar el proceso de redacción y construcción de los textos

A Diober el capitán de “El Peke” por su compañía, enseñanzas, maestría y alegría en todos los recorridos y a todos sus marineros que hicieron posibles recorridos seguros y divertidos, Pedro Luis, Camilo y en especial a Jonny por su ojo biónico, su sonrisa tímida y su compañía.

A Felipe de Caribe SAS por poner todos los barcos que estaban a su cargo a disposición, por los viajes y el interés en colaborar de todas las formas posibles en las actividades relacionadas con los delfines

A todas las personas que donaron en la campaña de *Crowdfunding*. A Luisa Arboleda por su apoyo, dedicación, maravilloso profesionalismo, guía e interés. A Nicolás Rosso por el apoyo gráfico, por su intensidad en los guiones en inglés, por su dulzura y amor, en este y todos los momentos de mi vida. A Julio Caycedo por el acompañamiento y trabajo durante la campaña. A Adriana Abramovits por dirigir y editar el video de promoción.

A Stefania por acompañarme en el campo, su paciencia, su buena disposición y su capacidad de escucha.

A Juan David Palencia por su apoyo con los mapas y los análisis espaciales. A Isabel Avila por leer el capítulo de impactos. A Natalia Reinoso y Laura Guerrero por leer el capítulo 4 y darme sus visiones desde lo social, al profesor Vladimir Toro por cedernos sus datos de parámetros físico químicos para los análisis de uso de hábitat, a Stefany Moura por revisar mis análisis de abundancia, a Camila Domit por ayudarme a pensar el proyecto, a Glaucia Sasaki por enseñarme a usar Darwin.

A Juan Sebastián Díaz, Luis Fernando Barrios y Giovanni Lozano del SENA por su interés y trabajo en el documental del Proyecto Delfín Gris.

A todos los estudiantes y profesores de la Universidad de Antioquia que acompañaron los recorridos: Yessi Causil, Kellys Romaña, María Fernanda Rosas, Javier Niño Gómez, Carlos Rodríguez, Angel Padilla, Daniel Paso, Anyi Alvarez y Noris Córdoba. A los operadores turísticos que hicieron parte de este equipo en especial a Ana María Arango y Victor del Vaiven de las Hamacas por su recepción y entusiasmo y a Las Mariapolis: Angela y Sofía Escobar super fieles fotógrafas y compañía. A Juan Diego Lozano y Mateo Luna por participar de un recorrido y hablarnos de genética, a Monica Duarte, Fabian Hernandez, Pablo Ovalle, Laura Guerrero, Alejandro Sandoval, Diego Sáenz y Daniel Ruiz por subirse al barco y contarnos historias de aves, otros mamíferos y del territorio. A María José Montoya, Julio Caycedo, Lylie Duque y Yennifer Moná por su compañía.

A la Armada Nacional de Colombia, a la Estación de guardacostas de Urabá en especial al comandante Diego Gil por su interés y apoyo. A Dairo Assias por su compromiso con el proyecto por volverse ojos en el mar y por su interés por saber más. También a Alex Garcia, Hernan Trujillo y Jorge Romero por transportarnos y por su buena disposición.

A mi familia por su paciente espera y atenciones, en especial a mis papás. A mis vecinos Isabel y Jonathan por adaptar su casa y abrirme las puertas para trabajar. A Erly Estupiñán y toda su familia por su apoyo con Gael cuando tenía campo y proporcionarle un espacio seguro mientras yo no estaba.

A Lobo por caminar a mi lado, por acompañarme, por apoyarme, por sostenerme y por sonreír ante mis frustraciones.

A Sandra Jaramillo por ser guía y apoyo en los momentos de las peores crisis, por su profesionalismo, por saber detectar qué necesitaba y por ser la mano que no me dejó sucumbir en “el bosque de la tristeza”.

A Gael por ser compañía perfecta por hacer mi vida más linda y fácil por adaptarse a todos los espacios, comidas, viajes y personas sin problema. Por hacerme liviana y porque al mirarlo siempre recuerdo lo que es importante.

A todas las personas que de alguna forma contribuyeron a que este documento GRACIAS INFINITAS porque sin ustedes no existiría esta información. GRACIAS a los dioses y diosas del mar y la naturaleza por regalarme el poder del asombro todos los días cuando miro alrededor.

Contenido

| | |
|--|----|
| Resumen | 1 |
| Abstract..... | 3 |
| 1. Introducción General | 5 |
| 1.1 Los sistemas estuarinos y su importancia ecológica..... | 5 |
| 1.2 El golfo de Urabá..... | 6 |
| 1.3 Los cetáceos del Golfo de Urabá | 13 |
| 1.2.1 El delfín gris o Delfín de guayana <i>Sotalia guianensis</i> | 17 |
| 1.2.3 Delfín hocico de botella o delfín mular <i>Tursiops truncatus</i> | 21 |
| 1.4 Participación de actores en la conservación de los cetáceos en el Golfo de Urabá | 23 |
| 1.5 Objetivos del estudio y Preguntas de investigación..... | 23 |
| Objetivo General | 23 |
| Objetivos específicos..... | 23 |
| Preguntas De Investigación | 24 |
| 1.6 Estructura del documento | 25 |
| 2. Distribución, abundancia e idoneidad de hábitat de las poblaciones, de <i>Sotalia guianensis</i> y <i>Tursiops truncatus</i> en el Golfo de Urabá | 26 |
| 2.1 Introducción | 26 |
| 2.2 Materiales y métodos | 29 |
| 2.2.1 Esfuerzo..... | 29 |
| 2.2.2 Recolección de datos | 31 |
| 2.2.3 Ocurrencia y Distribución | 32 |
| 2.2.4 Preferencia de hábitat | 32 |
| 2.2.5. Estimación de abundancia..... | 36 |
| 2.3 Resultados y discusión..... | 40 |

| | | |
|---------|--|----|
| 2.3.1 | Delfín de guayana - <i>Sotalia guianensis</i> | 42 |
| 2.3.1.1 | Distribución y uso de hábitat..... | 44 |
| 2.3.1.2 | Abundancia y parámetros de la población de <i>S. guianensis</i> | 48 |
| 2.3.1 | Delfín Mular - <i>Tursiops truncatus</i> | 51 |
| 2.3.2.1 | Distribución y preferencia de hábitat | 52 |
| 2.3.2.2 | Abundancia y parámetros de la población de <i>Tursiops truncatus</i> | 55 |
| 2.4 | Conclusiones | 58 |
| 3. | Amenazas actuales y riesgos potenciales para las poblaciones de cetáceos en el Golfo de Urabá y acciones para promover su conservación | 60 |
| 3.1 | Introducción | 60 |
| 3.2. | Materiales y métodos | 62 |
| 3.2.2 | Presencia y distribución de cetáceos | 63 |
| 3.2.1 | Actividades humanas amenazantes para las poblaciones de cetáceos en el Golfo de Urabá..... | 64 |
| 3.2.3 | Construcción de escenarios de riesgo..... | 70 |
| 3.3 | Resultados y discusión..... | 71 |
| 3.2.1 | Presencia y distribución de cetáceos | 71 |
| 3.2.2 | Actividades humanas amenazantes para las poblaciones de cetáceos en el Golfo de Urabá..... | 72 |
| 3.2.3 | Escenarios de riesgo | 80 |
| 3.3.3 | Conclusiones y recomendaciones..... | 84 |
| | Acciones de protección y conservación para los cetáceos en el Golfo de Urabá | 84 |
| 3.4 | Información complementaria | 89 |

| | |
|--|-----|
| 4. Proyecto Delfín Gris, estudio de caso sobre la articulación de actores para la integración de la conservación de los delfines en prácticas sociales, económicas y culturales del Golfo..... | 90 |
| 4.1 Introducción | 90 |
| 4.2 Materiales y métodos | 92 |
| 4.2.1 Métodos de recolección de información para la reconstrucción del caso | 92 |
| a. Diario de Campo..... | 92 |
| 4.2.2 Actores | 95 |
| 4.2.3 Estrategias para crear relaciones con diferentes actores | 96 |
| Crowdfunding..... | 96 |
| Ciencia ciudadana..... | 96 |
| Divulgación | 98 |
| 4.3 Resultados y discusión..... | 98 |
| 4.3.1 Principales actores involucrados | 98 |
| Comunidad académica: | 98 |
| Armada Nacional de Colombia- Guardacostas | 99 |
| Operadores turísticos | 100 |
| Pescadores artesanales..... | 100 |
| *Conflicto armado..... | 101 |
| 4.3.2 Procesos para generar estrategias de articulación para la conservación del delfín gris | 101 |
| Crowdfunding | 102 |
| Ciencia ciudadana | 104 |
| Uso de plataformas oportunistas para toma de datos | 104 |
| Participantes en recorridos de campo para información científica..... | 104 |
| Capacitaciones..... | 105 |

| | |
|---|-----|
| Registros de ciencia ciudadana..... | 108 |
| Divulgación..... | 112 |
| Encuestas..... | 113 |
| 4.3.3 Conclusiones | 115 |
| 5. Conclusiones generales..... | 117 |
| 6. Información complementaria..... | 120 |
| 6.1 Registro de aves | 120 |
| 6.1.1 Interacción con aves de <i>Sotalia guianensis</i> o Delfín de guayana | 120 |
| 6.1.2 Interacción con aves de <i>Tursiops truncatus</i> o Delfín Mular | 123 |
| 6. Referencias Bibliográficas..... | 124 |

Lista de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Estatus de conservación de las especies de cetáceos registrados en el Golfo de Urabá (Preocupación menor: LC; Casi amenazada: NT; Vulnerable: VU; En peligro: EN; En peligro crítico: CR; y Datos insuficientes: DD)..... | 17 |
| Tabla 2. Esfuerzo de muestreo en tiempo y distancia | 29 |
| Tabla 3. Registros de avistamientos. | 41 |
| Tabla 4. Individuos identificados de <i>S. guianensis</i> durante las colectas para este estudio. Se agruparon los avistamientos de cada día de observación para los análisis de abundancia | 48 |
| Tabla 5. Detalles de los modelos para la especie <i>Sotalia guianensis</i> con la variación de la naturaleza constante (.) o variable (t) de probabilidad de supervivencia (ϕ), probabilidad de captura (p) y probabilidad de entrada de población (pent). Los modelos están en orden descendente del criterio de información Akaike (QAICc). En naranja el modelo que mejor se ajusta a los datos para esta especie | 49 |
| Tabla 6. Parámetros del modelo $\{\phi(t)p(.)pent(t)\}$ para la especie <i>Sotalia guianensis</i> | 50 |
| Tabla 7. Valores de abundancia corregidos <i>S.guianensis</i> considerando el porcentaje de individuos no marcados por avistamiento $N =$ tamaño poblacional según el modelo poblacional más ajustado, SE = Desviación estándar del modelo, CV (n) = Coeficiente de variación del datos del modelo, Theta = porcentaje promedio de individuos sin marcas registrados en los grupos, CV (Theta) = Coeficiente de variación de individuos planos entre avistamientos, $N^{\wedge} =$ tamaño poblacional corregido, CV (N^{\wedge}) = Coeficiente de variación de abundancia corregida, CI = Intervalos de confianza. | 50 |
| Tabla 8. Individuos identificados de <i>T. truncatus</i> durante las colectas para este estudio. Se agruparon los avistamientos de cada día de observación para los análisis de abundancia | 56 |
| Tabla 9. Detalles de los modelos para la especie <i>T. truncatus</i> con la variación de la naturaleza constante (.) o variable (t) de probabilidad de supervivencia (ϕ), probabilidad de captura (p) y probabilidad de entrada de población (pent). Los modelos están en orden | |

descendente del criterio de información Akaike (QAICc). En naranja el modelo que mejor se ajusta a los datos para esta especie 57

Tabla 10. Valores de abundancia corregidos *T. truncatus* considerando el porcentaje de individuos no marcados por avistamiento N = tamaño poblacional según el modelo poblacional más ajustado, SE = Desviación estándar del modelo, CV (n) = Coeficiente de variación del datos del modelo, Theta = porcentaje promedio de individuos sin marcas registrados en los grupos, CV (Theta) = Coeficiente de variación de individuos planos entre avistamientos, N^{\wedge} = tamaño poblacional corregido, CV (N^{\wedge}) = Coeficiente de variación de abundancia corregida, CI = Intervalos de confianza. 57

Tabla 11. Estimativas de abundancia de poblaciones pequeñas de *Tursiops truncatus* en diferentes lugares del mundo 58

Tabla 12. Definiciones de términos utilizados en el análisis de riesgo (American Bureau of Shipping, 2020; Avila, et al., 2018)..... 63

Tabla 13. Criterios de calificación de la amenaza (Normandeau, 2015). 65

Tabla 14. Características de las embarcaciones que transitan por el Golfo de Urabá y que fueron incluidas en los análisis de tráfico marino para el presente estudio 67

Tabla 15. Calificación de sensibilidad de cetáceos 72

Tabla 16. Calificación de amenazas y cálculo de la magnitud del impacto potencial en el escenario actual de la actividad pesquera de acuerdo a los criterios de intensidad, extensión espacial y duración 74

Tabla 17. Calificación de amenazas para los cetáceos y cálculo de la magnitud del impacto potencial en el escenario actual del tráfico de embarcaciones de acuerdo a los criterios de intensidad, extensión espacial y duración..... 76

Tabla 18. Calificación de amenazas para los cetáceos y cálculo de la magnitud del impacto potencial considerando la construcción i) Puerto Antioquia y ii) de los tres terminales portuarios de acuerdo a los criterios de intensidad, extensión espacial y duración 78

Tabla 19. Extensión de las áreas de riesgo en cada uno de los escenarios 83

Tabla 20. Características generales de los puertos proyectados en el Golfo de Urabá 89

Tabla 21. Documentos de divulgación derivados del Proyecto Delfín Gris..... 93

Tabla 22. Vinculación de personas en las diferentes actividades realizadas en el marco del proyecto Delfín Gris 95

Tabla 23. Capacitaciones registradas para diferentes actores en el marco del proyecto Delfín Gris 105

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de localización general del Golfo de Urabá. | 7 |
| Figura 2. Registros de ciencia ciudadana. Izquierda arriba: <i>Megaptera novaeangliae</i> – Ballena jorobada registrada por estudiantes de la Universidad de Antioquia (Yessi Causil) en el sector del Roto. Abajo a la izquierda: Registro de Delfín moteado del Atlántico - <i>Stenella frontalis</i> registrado por miembros de la Armada Nacional (Dairo Assias). Foto de la derecha: Registro de <i>Tursiops truncatus</i> – Delfín mular en el sector de Sapzurro realizado por Sebastián Contreras, estudiante de la Universidad de Antioquia. | 15 |
| Figura 3. <i>Sotalia guianensis</i> en el golfo de Urabá. Foto: María Camila Rosso Londoño | 18 |
| Figura 4. Distribución de <i>Sotalia guianensis</i> en el Caribe Colombiano. Fuente: Trujillo, 2015 | 20 |
| Figura 5. Grupo de <i>Tursiops truncatus</i> en el golfo de Urabá. Foto: María Fernanda Rosas..... | 22 |
| Figura 6. Esfuerzo de muestreo en el golfo de Urabá. Rojo: esfuerzo muy alto, Naranja: esfuerzo alto, Amarillo: esfuerzo medio, Verde: Esfuerzo bajo..... | 30 |
| Figura 7. Capas utilizadas para modelos de uso de hábitat a. Batimetría, b. Pendiente c. Distancia a la costa y d. Disponibilidad de comida | 35 |
| Figura 8. Clasificación inicial de las fotografías recomendada (O'Brien, et al., 2009) | 36 |
| Figura 9. Clasificación de las fotografías según la posición de las marcas, tomado y modificado del programa DARWIN® | 37 |
| Figura 10. Parametrización del modelo Popan del experimento Jolly-Seber (JS). p_i representa la probabilidad de captura en cada colecta; ϕ_i representa la probabilidad de sobrevivencia de los animales entre i y $i+1$; y b_i representa la probabilidad de que un animal de la superpoblación N entre a la población muestreada entre i y $i + 1$ y sobreviva hasta la siguiente colecta de datos $i + 1$. Tomado de: Schwarz & Arnason, 2019. | 39 |
| Figura 11. Avistamiento de grupo de <i>Sotalia guianensis</i> desplazándose por el golfo de Urabá. Foto: Camila Rosso..... | 43 |

| | |
|--|----|
| Figura 12. Modelo de distribución por el análisis de Kernel para <i>Sotalia guianensis</i> en el golfo de Urabá..... | 45 |
| Figura 13. Curva de curva de la característica de funcionamiento del receptor (ROC) del modelo de MaxEnt para <i>Sotalia guianensis</i> , evidenciando la sensibilidad del modelo . | 46 |
| Figura 14. Modelo de preferencia de hábitat para <i>Sotalia guianensis</i> en el golfo de Urabá. El rojo, representa las áreas con mayor probabilidad de uso por parte de la especie | 47 |
| Figura 15. Curva acumulada de individuos identificados por día de muestreo con avistamientos | 49 |
| Figura 16. Modelo de distribución por el análisis de Kernel para <i>Tursiops truncatus</i> en el golfo de Urabá..... | 52 |
| Figura 17. Curva de la característica de funcionamiento del receptor (ROC) del modelo de MaxEnt para <i>T. truncatus</i> , evidenciando la sensibilidad del modelo | 53 |
| Figura 18. Modelo de idoneidad de hábitat para <i>Tusiops truncatus</i> en el golfo de Urabá. El rojo, representa las áreas con mayor probabilidad de uso por parte de la especie | 54 |
| Figura 19. Curva acumulada de individuos identificados por día de muestreo con avistamientos de <i>T. truncatus</i> | 56 |
| Figura 20. Mapa de Caladeros de pesca del Golfo de Urabá, del Convenio 001 de 2012 entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y la Fundación Humedales | 66 |
| Figura 21. Embarcaciones registradas para ser incluidas en el análisis de tráfico marino a. Pesca artesanal b. Transporte de pasajeros c. Navíos de gran calado | 67 |
| Figura 22. Mapa de Calor de las rutas de embarcaciones de gran Calado entre 2019 y 2020. Tomado de www.marinetraffic.com . Cada línea representa el tránsito de una embarcación de gran calado, los morados y azules representan un paso, los amarillos y verdes uso medio y los amarillos y rojos reflejan las áreas con mayor frecuencia de uso. | 68 |
| Figura 23. Modelo de amenaza para los cetáceos en el Golfo de Urabá considerando los registros de avistamiento entre los años 2017 y 2020 y la distancia a la costa | 71 |
| Figura 24. Capa de análisis construida a partir de los caladeros de pesca reconocidos en el área de estudio según AUNAP y Fundación humedales, 2012. En verde las áreas consideradas en la categoría de magnitud media y en azul: bajo | 73 |

| | |
|---|-----|
| Figura 25. Interacción de <i>Tursiops truncatus</i> con embarcaciones pesqueras en el sector El Roto, en la desembocadura norte del Atrato (mayo de 2019) | 76 |
| Figura 26. Rutas para embarcaciones registradas en el Golfo de Urabá. Rojo: Sobreposición de rutas de embarcaciones de gran calado y lanchas rápidas, Amarillo: transporte de pasajeros con fines turísticos; Verde: buques de gran Líneas naranja: pesca artesanal | 77 |
| Figura 27. Niveles de impacto generados por las actividades portuarias en el Golfo de Urabá. a. Capa considerando Puerto Antioquia b. Considerando los tres puertos proyectados. En rojo, los sectores donde las actividades tienen impactos más fuertes, en verde los medios y el azul los más bajos. | 79 |
| Figura 28. Escenario de riesgo actual para los cetáceos en el Golfo de Urabá considerando pesca artesanal y tráfico marino de embarcaciones pesqueras, de gran calado y de turismo. Rojo: riesgo crítico; Naranja oscuro: Riesgo alto, Naranja claro: Riesgo medio; Amarillo: Riesgo Bajo | 80 |
| Figura 29. Escenarios de riesgo para los cetáceos en el Golfo de Urabá. Rojo: riesgo crítico; Naranja oscuro: Riesgo alto, Naranja claro: Riesgo medio; Amarillo: Riesgo Bajo. a. Riesgo considerando las actividades en y la construcción de Puerto Bahía Colombia S.A., y b. Escenario considerando las actividades en a, y la construcción de los tres puertos con Licencia ambiental..... | 81 |
| Figura 30. Línea de tiempo de implementación de estrategias para involucrar actores en el Proyecto Delfín Gris | 102 |
| Figura 31. Observación de cetáceos en el Golfo de Urabá desde diferentes plataformas de oportunidad. a y b patrulleras de la armada nacional y c. embarcación turística | 104 |
| Figura 32. Voluntarios de diferentes orígenes y disciplinas acompañando los recorridos de recolección de información científica..... | 105 |
| Figura 33. Capacitaciones en la Estación de Guardacostas de Urabá, Turbo..... | 106 |
| Figura 34. Taller de estudio y análisis de datos de cetáceos en el Colegio Eduardo Espitia, Necoclí..... | 106 |
| Figura 35. Registros de cetáceos reportados por científicos ciudadanos..... | 109 |
| Figura 36. Registros de especies por los diferentes grupos de actores en el ejercicio de la plataforma de ciencia | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 37. Registros de ciencia ciudadana reportados por diferentes actores del Golfo de Urabá..... | 111 |
| Figura 38. Aves registradas durante los avistamientos de <i>S.guianensis</i> en el golfo de Urabá. | 120 |
| Figura 39. Presencia de aves según el comportamiento | 121 |
| Figura 40. Avistamiento de aves durante el registro de <i>S. guianensis</i> en el golfo de Urabá. a y b <i>Thalasseus maximus</i> , c. <i>Thalasseus sandvicensis</i> , d. <i>Pelecanus occidentalis</i> , e.Hirundinidae, f. <i>Fregata magnificens</i> | 122 |
| Figura 41. Aves registradas durante los avistamientos de <i>T. truncatus</i> en el golfo de Urabá. | 123 |

Resumen

Los cetáceos (delfines y ballenas) son mamíferos adaptados al medio acuático que se encuentran en diferentes niveles de las cadenas tróficas, tienen amplios rangos de movimiento y una escala de duración de ciclos de vida similar a los humanos. Estas características hacen que en muchos ambientes sean considerados indicadores del estado de salud de los ecosistemas, centinelas del medio marino y especies sombrilla, es decir, su conservación promueve la protección de otras especies y hábitats. En Colombia, la información sobre las poblaciones de cetáceos es limitada. En el Golfo de Uraba, ecosistema estratégico del Caribe Colombiano se han registrado por lo menos ocho especies de este grupo, por esta razón la información que se genere es de gran relevancia para la ecología y los programas de conservación y ordenamiento pesquero. Este estudio determinó por primera vez para la región, la abundancia y patrones de distribución de las poblaciones de *Sotalia guianensis* o Delfín de guayana, y *Tursiops truncatus* o Delfín Mular, en el Golfo de Urabá. Para esto, se realizaron 34 recorridos no sistemáticos con un esfuerzo total de 176,69 horas y 3658,22Km con una tasa de encuentro de 8,65%. La distribución de los delfines fue calculada a través de un análisis de Kernel y para determinar la preferencia de hábitat se hizo un análisis de máxima entropía. La distribución de los delfines estuvo concentrada en la desembocadura del río Atrato en la región este y central del Golfo y la preferencia de hábitat para las dos especies fue en las regiones costeras con profundidades máximas de 20m. Para determinar la abundancia se utilizó marca y recaptura y se modeló en el programa MARK® usando el modelo POPAN para poblaciones abiertas. La abundancia para el Delfín de guayana se estimó en 63 (CI=53-76) individuos y para el Delfín mular 50 (CI=43 – 58) individuos. Adicionalmente, fueron analizadas las actividades que generan amenazas actuales y potenciales para los cetáceos dentro del Golfo. Las actuales, corresponden a la pesca artesanal usando redes de espera y el tráfico marino donde las áreas de riesgo crítico para los delfines representan el 0,2% del área total del estuario. Las potenciales, se relacionan con la construcción de tres megapuertos que incrementarían las áreas de riesgo crítico a 85,2%. Con este escenario, se recomienda la creación de un sistema de monitoreo para estas especies, medidas de conservación para las amenazas actuales y potenciales y la inclusión



del sector conocido como “El Roto” en el Sistema de Áreas Protegidas de Colombia. Finalmente, este estudio se preocupó por incluir diversos actores en la recolección de datos promoviendo la sensibilización de la población humana y la conservación de las especies en la región. Para articular a los actores se usaron estrategias de financiamiento colectivo, ciencia ciudadana y divulgación científica logrando que alrededor de 1599 personas se vincularan al proyecto de diferentes formas.

Palabras clave: Cetáceos, poblaciones costeras, parámetros de población, conservación.



Abstract

Cetaceans (dolphins and whales) are mammals adapted to the aquatic environment. Each specie has different feeding habits whence occupy different positions in the food chain; they have wide ranges of movement and life cycle lengths, similar to those of humans. These characteristics make them be considered, in many environments, health indicators of ecosystems, sentinels of the marine environment and umbrella species, which means that their conservation promotes the protection of other species and habitats. In Colombia, information on cetacean populations is limited. The Gulf of Urabá is a strategic ecosystem of the Colombian Caribbean. There, at least eight species of this group have been recorded, which is why all the information generated for this group is of great relevance to their ecology, conservation programs, and coastal management. This study determined for the first time in the region, the abundance, and distribution patterns of the populations of *Sotalia guianensis* (Guiana dolphin), and *Tursiops truncatus* (Bottlenose Dolphin), in the Gulf of Urabá. In order to achieve this, thirty-four non-systematic surveys were carried out with a total effort of 176.69 hours and 3,658.22 km with a dolphin encounter rate of 8.65%. The distribution was calculated through a Kernel analysis and a maximum entropy analysis was used to determine habitat preference. Dolphin distribution was concentrated at the mouth of the Atrato river in the eastern and central Gulf regions, and habitat preference for both species was in coastal regions with maximum depths of 20 m. Abundance was determined using the mark-recapture method, and modelled in the MARK® program using the POPAN model for open populations. Abundance for the Guiana dolphin was estimated at 63 (CI=53-76) individuals, and for bottlenose dolphins 50 (CI=43 - 58) individuals. Additionally, the activities that generate current and potential threats to cetaceans within the Gulf were analysed. Current threats correspond to artisanal fishing using trammel nets, as well as marine traffic, where the critical risk areas for dolphins represent 0.2% of the total area of the estuary. The potential threats are related to the construction of three mega-ports that would increase the critical risk areas by 85.2%. Based on this scenario, it is recommended: 1) The creation of a monitoring system for these species. 2) Conservation measures for current and potential threats and 3) the inclusion of the sector known as “El Roto” in the System of Protected Areas



of Colombia. Finally, this study included various actors in the data collection, promoting the awareness of the human population and the conservation of species in the region. To articulate the actors, strategies of crowdfunding, citizen science and scientific communication strategies were used, achieving that around 1599 people were involved in the project in different ways.

Keywords: Cetaceans, coastal populations, population parameters, conservation.



1. Introducción General

El Golfo de Urabá en el Caribe Colombiano, es un sistema estuarino estratégico desde el punto de vista sociopolítico y ecológico. Es un territorio fronterizo a corta distancia del océano Pacífico con un mosaico de ecosistemas que cumplen funciones de abastecimiento, de regulación y que aportan al equilibrio del sistema marino costero de todo el Caribe. Es reconocido como un lugar diverso tanto cultural como biológicamente. Entre los grupos de vertebrados que lo habitan se encuentran los cetáceos, considerados megafauna carismática, especies sombrilla y centinelas del medio marino.

En este Capítulo se presenta un marco general sobre el Golfo de Urabá y los delfines y ballenas que transitan sus aguas. Después de recalcar la importancia del ecosistema y el grupo de fauna de interés, se describen los objetivos de éste trabajo, las preguntas de investigación y la estructura del documento.

1.1 Los sistemas estuarinos y su importancia ecológica

Los estuarios son zonas de transición en donde confluyen uno o más ríos con el mar abierto, creando sistemas complejos y variables en cuanto a su geomorfología, hidrografía y relaciones tróficas (Margalef, 1965; Pritchard, 1967). Las acciones combinadas del drenaje fluvial con los océanos, cumplen un importante papel en la circulación costera. Los estuarios son sistemas altamente productivos, ecológicamente complejos y estables, y fuentes de nutrientes a otros ecosistemas por lo que contribuyen significativamente a la productividad marina y costera y sus planicies aluviales asociadas; son claves en la producción de materia orgánica y como áreas de crianza de especies pelágicas y demersales (Odum, 1972; Lagnier, 1993). El flujo de nutrientes desde y hasta el estuario está determinada por la geomorfología, la amplitud de las mareas y el aporte de agua dulce (Yañes-Arancibia, 1987).

En Colombia, se reconocen catorce estuarios principales: diez en el Pacífico y cuatro en el Caribe colombiano formados: dos por el río Magdalena, uno en el río Sinú y uno en el Atrato (Marín, 2004). En los estuarios tropicales y subtropicales, el ecosistema dominante es el manglar cuyos servicios funcionales de alimento, refugio y producción primaria son especialmente significativos en los ensamblajes ecológicos de todo el sistema



(Manson, et al., 2005). En el Caribe colombiano, existen aproximadamente 86.310 hectáreas de manglares (Zambrano y Rubiano, 1997) y los bosques más extensos se asocian a los deltas y estuarios de los ríos Magdalena, Atrato y Sinú (Steer et al., 1997).

Se ha demostrado que la extensión de los bosques de manglar tienen una relación directa y proporcional con la captura de peces de las pesquerías locales (Manson, et al., 2005). Algunos autores han reportado que hasta 75% de la población de especies comerciales en aguas costeras dependen de los parches de mangle (Sheaves, 2017).

La gran diversidad y abundancia de mangles y su relación con las especies ícticas promueven la presencia de poblaciones costeras de delfines, consumidores de peces. La asociación entre delfines, ensambles de peces estuarinos y sistemas de manglar se ha descrito a lo largo de las zonas tropicales y subtropicales (Fury & Harrison, 2011; Culik, 2004). En la costa Atlántica de América del Sur, el cetáceo estuarino que se registra con mayor frecuencia es el Delfín de guayana (*Sotalia guianensis*) entre Colombia y Brasil (Borobia, et al., 1991; da Silva, et al., 2010; Domit, et al., 2020) y el Delfín Mular (*Tursiops truncatus*) (Fruet, et al., 2015; Vermeulen, 2017).

Además, las características morfológicas de los estuarios favorecen el asentamiento de comunidades humanas y las actividades antrópicas relacionadas con la explotación de bienes y servicios marinos, como puertos, turismo y pesca que alteran los hábitats y generan cambios en la estructura dinámica de las comunidades bióticas. Se reconoce que la sobreexplotación de recursos, las transformaciones en los hábitats y la contaminación han llegado a niveles críticos en los estuarios sobrepasando su capacidad de resiliencia, razón por la cual se consideran los ecosistemas acuáticos más impactados del mundo (Kennish, 2002; Lotze, et al., 2006; Olisah, et al., 2021). Por ende, es urgente desarrollar estrategias de conservación, restauración y mitigación con una base de conocimientos sobre los diferentes grupos funcionales que conforman los compartimientos de los flujos de materia y energía dentro de los mismos.

1.2 El golfo de Urabá

El Golfo de Urabá, se considera un estuario y está localizado al este de la frontera de Colombia en las cercanías de la frontera con Panamá. Se extiende al sur, entre el cabo



Caribaná y el cabo Tiburón (Figura 1) y su principal afluente es el río Atrato que nace en los farallones del Citará, en la cordillera occidental y desemboca en el Golfo a 700 km de distancia, a lo largo de los cuales recibe aportes hídricos de más de 150 ríos, caños y quebradas (Díaz, 2007).

El Golfo tiene una longitud de 80 km, un ancho variable entre 5,9 y 48,5 km y un espejo de agua con un área de alrededor de 2980 km² con profundidades entre 5m y 70 m, representando cerca del 23,1% de la superficie de aguas interiores pertenecientes al mar Caribe colombiano (García-Valencia, 2007). En ellas, el Estado ejerce los derechos de soberanía absoluta, amparado por Ley 10 de 1978 Artículo 4º y Decreto 1436 de 1984.

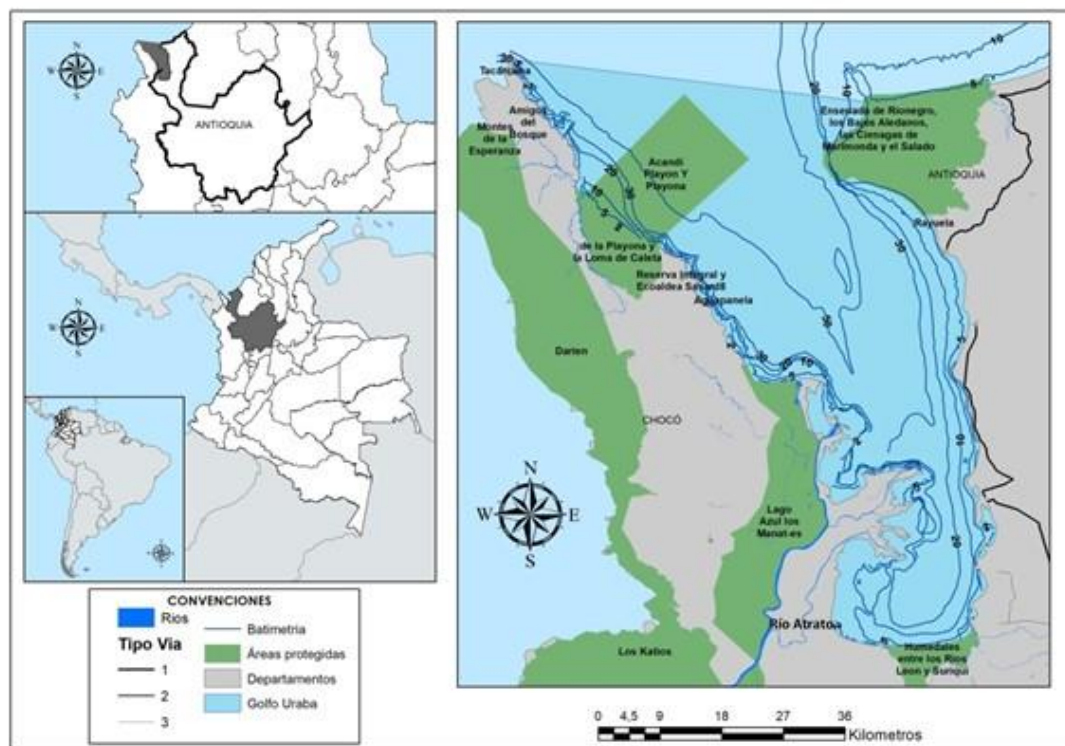


Figura 1. Mapa de localización general del Golfo de Urabá.

Hace parte del Chocó biogeográfico, una de las zonas más húmedas del mundo, altamente biodiversa y considerado corredor ambiental entre América del Sur y el resto de América (Gentry, 1982). Políticamente pertenece a los departamentos del Chocó y Antioquia y posee una caudalosa red hídrica navegable, que junto con su posición geográfica, permite conexiones marítimas y fluviales con otras regiones del país y con el exterior (Gómez Aguirre



& Turbay, 2016). Además, se identifican figuras de protección pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP, que incluyen el Parque Nacional Natural (PNN) Katíos, el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Playona - Loma La Caleta, el DRMI Ensenada de Rionegro, Bajos Aledaños y Ciénagas Marimonda y El Salado, y Reserva Forestal Protectora de los Humedales entre los Ríos León y Suriquí (Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP, 2020).

Por su hidrodinámica, el golfo entra en la categoría de un estuario estratificado, donde el flujo del río prevalece sobre el efecto de la marea y la estratificación salina es muy marcada (Pritchard, 1967; Odum, 1972; Montoya Jaramillo, 2010). El río Atrato domina los aportes hídricos a este sistema con caudales promedios multianuales de 2740 m³/s y una carga de sedimentos de 11,26 millones ton/año, formando un frente estuarino que permanece en las capas superficiales (Restrepo & Kjerfve, 2000); éstas descargas se suceden a través de varias bocas (El Roto, Tarena, Las Pavas, Maturungo, Coco Grande, Urabá y Leoncito) produciendo fondos lodosos de origen terrígeno. La estructura de la pluma formada por esta descarga está influenciada por los vientos, las corrientes asociadas a las mareas, los caudales del río y el efecto de la contracorriente Panamá-Colombia, entre otros. (Montoya Jaramillo, 2010).

Además del Atrato, los ríos principales que desembocan en el golfo son: el León, el Turbo, el Caimán Viejo, el Caimán Nuevo y el Currulao (Montoya Jaramillo & Toro Botero, 2008). El río León es el segundo afluente en importancia para la región con un caudal medio de 75,5 m³/s (Restrepo & Kjerfve, 2000).

Se ha registrado que los ríos aportan metales pesados a los sedimentos de fondo dentro del golfo. Las concentraciones de magnesio, manganeso y plomo se asocian con fuentes naturales de origen natural común, la presencia de plata se ha asociado con actividades mineras en el alto y medio Atrato, y el zinc tiene origen mixto de la minería y la agricultura intensiva. La distribución de estos elementos está determinada por la ubicación de las desembocaduras de los ríos, principalmente el León y el Atrato, los patrones de las corrientes marinas que los distribuyen, y la composición granulométrica del fondo, porque estos elementos se asocian principalmente a la arcilla (Vallejo Toro, et al., 2016).



Esta región presenta dos épocas climáticas: Una seca, que comprende los meses de diciembre hasta abril controlada por los vientos alisios del norte y noreste con velocidades hasta de 9,4m/s y la lluviosa, desde mayo hasta diciembre con vientos predominantes sur y velocidades bajas (Chavillot, et al., 1992; Aguilera, 1988). Cuando los vientos del suroeste dirigen las aguas del río hacia el noreste, en época de lluvia, la porción más interior de golfo, conocida como Bahía Colombia, presenta los valores más altos de salinidad de todo el sistema. En ausencia de vientos o cuando los mismos soplan del noroeste, la pluma de agua dulce entra a Bahía Colombia (Montoya Jaramillo & Toro Botero, 2008).

La salinidad oscila entre 0,8 y 35,5. Esta variación se explica por las fluctuaciones del régimen de vientos y su efecto sobre los aportes fluviales. Los valores promedio de pH son de 7,47 (Garcia-Valencia, 2007). Las mareas son de tipo mixto micromareal semidiurno, con amplitudes que no superan los 40 cm, una altura máxima de 1,6 m y una altura media inferior a 0,5 m (Restrepo & Kjerfve, 2000). La temperatura promedio del agua es de 28,5° C para la superficie y las profundidades hasta de 20 metros, con una variación de 3° C en toda la extensión del golfo. A una profundidad de 40 m, la temperatura desciende hasta los 27,8° C (Garcia-Valencia, 2007).

El oleaje está condicionado por acción del viento, cuya influencia es diferente en las épocas del año y en las regiones al sur y al norte de la desembocadura del río Atrato. En la época de lluvias en Bahía Colombia, las olas se definen por los vientos locales, mientras que, al norte, define su dinámica el oleaje de fondo conocido como *Swell* proveniente del Caribe. En esta región norte, el viento sopla desde el oeste-suroeste en la época de mayor precipitación y en la época seca en direcciones noreste y sureste (Blanco-Libreros & Londoño-Mesa, 2016). En la superficie, las corrientes dependen del viento dominante y son prácticamente independientes de la fase de la marea (Thomas, et al., 2007).

Dentro de la porción acuática del estuario se reconocen ecosistemas de manglar, arrecifes coralinos, fanerógamas marinas y fondos blandos (Garcia-Valencia, 2007). Los manglares ocupan cerca de 6.513 has. en las costas del Golfo (Thomas, et al., 2007), aportan carbono, nitrógeno y fósforo que son empujados hasta la franja pelágica costera; más de 38 especies de peces de interés comercial utilizan estas áreas para alimentarse, protegerse y



reproducirse (Leal Flórez, et al., 2017). Las especies presentes son *Rhizophora mangle* (Mangle rojo) en los bordes costeros y en rondas interiores se registra presencia de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa* (Mangle blanco). Se ha reconocido una dependencia entre los bosques de mangle y las capturas de por lo menos tres especies ícticas de gran importancia en la pesca artesanal del golfo: El chivo cabezón (*Ariopsis canteri*), la lisa rayada (*Mugil incilis*) y el chivo mozo (*Sciades proops*) (Sandoval Londoño, et al., 2020). Los árboles de mangle disminuyen la erosión, atenuando la energía de las olas y del viento en la franja costera (Leal Flórez, et al., 2017).

En cuanto a arrecifes, un parche de 3,5 Km² de coral se ubica en el margen noroccidental del golfo, en la Bahía de Sapzurro donde predominan las especies *Millepora complanata*, *Acropora palmata*, *Siderastrea Sidera* y *Agaricia spp* (Thomas, et al., 2007). En el sector nororiental del golfo, sector conocido como Punta Caribana, se encuentran seis bajos arrecifales de un área aproximada de 0,395 Km² que se desplazan en sentido norte hacia mar abierto. A pesar de que el sector tiene altas concentraciones de sedimentos y nutrientes, así como corrientes que aumentan la turbulencia del agua, fueron registradas 46 especies de algas, 15 de esponjas y 15 de cnidarios, atípicos en estas condiciones. Las especies más representativas de este sector corresponden a *Montrastea cavernosa* y *Porites sp.* (Correa-Rendón, et al., 2015).

Las fanerógamas o pastos marinos ocupan 94 has. de la porción costera sumergida del golfo y las especies dominantes son *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii* y *Halophila decipiens*. Los fondos blandos son predominantes dentro del estuario y varían en textura y composición (Thomas, et al., 2007).

La gran riqueza y todas las ventajas geográficas y físicas del golfo, han suscitado una colonización humana intensa y desordenada, principalmente por la explotación de madera, caucho y tagua; así como enclaves agroindustriales del banano y la palma africana; narcotráfico, turismo y desplazamiento forzado de campesinos y disidentes políticos, y por la expansión de la frontera agrícola y ganadera a gran escala (Gómez Aguirre & Turbay, 2016).



La estructura demográfica en el golfo es bastante heterogénea: está representada por indígenas de las etnias Guna, Emberá y Zenú, afrocolombianos y otros pobladores mestizos como campesinos provenientes principalmente de las riberas del río Sinú y de regiones del interior de Antioquia, y empresarios del interior del país como resultado de oleadas migratorias y cuyas dinámicas conviven con la presencia de grupos armados (Uran & Restrepo, 2005; Gómez Aguirre & Turbay, 2016).

La actividad productiva predominante en la zona norte, en el departamento de Antioquia, es la ganadería extensiva y al oeste, en el Chocó, el turismo. La zona centro, correspondiente al eje bananero donde se registra la mayor densidad poblacional, da asiento al 70% de la población total de Urabá, y concentra los servicios, la mayor riqueza y el desarrollo económico de la subregión. El Atrato medio, al sur, ha registrado históricamente los valores más bajos en los indicadores de calidad de vida (Gómez Aguirre & Turbay, 2016).

Las actividades económicas legales relacionadas con los recursos acuáticos predominantes en el golfo de Urabá son la pesca, el turismo, la exploración de hidrocarburos, y el transporte para la explotación de banano. La pesca industrial está restringida a la porción externa del golfo y tiene como objetivo principal la pesca del camarón, que se realiza en la boca del golfo y utiliza redes de arrastre en embarcaciones provenientes de puertos de embarque y desembarque en Cartagena y Tolu (Zúñiga, et al., 2006). La pesca artesanal está representada por alrededor de 2248 pescadores que pescan en 168 caladeros, y se desarrolla con métodos y aparejos de pesca de pequeña escala, trasmallos en su mayoría, y embarcaciones de fibra de vidrio y/o madera de 6 a 8 metros de eslora, con motor fuera de borda de baja potencia (Barreto, et al., 2013). En las zonas rocosas y coralinas, algunos pescadores practican el buceo a pulmón libre para pescar con arpón (Fundación Humedales e Incoder, 2006).

El turismo se practica bajo diferentes regímenes y escalas manejado, de forma predominante, por empresas informales. El transporte a los lugares más concurridos, Acandí y Carpurganá (Chocó), se hace por medio marino desde Turbo y Necoclí, y los principales atractivos son los paisajes terrestres y marinos del Chocó y las playas de anidación de tortugas



en las dos márgenes del golfo, en las playas conocidas Bobalito y en el área protegida de La playona (García-Valencia, 2007).

Referente a la exploración de petróleo, la empresa Ecopetrol S.A. adjudicó a Amoco Colombia Petroleum Co. y ARCO de Colombia Inc. en el año 1998 el área marítima comprendida entre el golfo de Morrosquillo y el límite con Panamá (sector Galeones con 2.400.000 has.) para hacer una exploración de 9.200 Km de sísmica 2D y 3D. Adicionalmente, a través de una sísmica de 360 Km y un pozo exploratorio, se sabe que el bloque “Urabá”, tiene potencial petrolífero entre 300 y 400 millones de barriles, y el bloque Sinú, de entre 400 y 600 millones de barriles. La región está a la espera de los trámites y empresas que incursionarán se asentarán en la región para realizar estas actividades (INVEMAR-Gobernación de Antioquia-CODECHOCO, 2008; Mejía, 2015).

Urabá se reconoce nacionalmente como una “zona bananera”. La cadena productiva del banano y el plátano está consolidada, con más de 24 mil empleos directos y 72 mil indirectos. Anualmente se exportan 72 millones de cajas de banano (40% de las exportaciones de todo el país), cultivados en más de 35.000 has. de terreno (Roldán & Salazar, 2004). El transporte de insumos para los cultivos es acuático a través de motonaves especializadas que desembarcan en Turbo y las exportaciones se realizan en embarcaciones de gran calado que permanecen en una zona de fondeo en Bahía Colombia. Para el cargue de los barcos se utilizan remolcadores y planchones (Aqua&Terra, 2016).

En las últimas décadas se ha comenzado a tramitar la licencia para la construcción de tres puertos: El primero, ubicado en la región de Necoclí (Antioquia), en la parte nororiental del golfo; que contará, en su primera fase, con dos muelles con capacidad de soportar 13 millones de toneladas de carga al año y 65 has. en tierra para facilidades (Agudelo Restrepo, 2016). El segundo, ubicado en la región de Turbo (Antioquia), que en su fase inicial construirá un muelle de 490 metros y un canal de acceso de 7 Km, con una profundidad de 13 m. Adicionalmente 45 hectáreas en tierra serán destinadas para instalaciones (PISISI S.A, 2015). Finalmente, Puerto Antioquia, ubicado en la región sur del golfo, frente a la desembocadura del río León, planea usar 54.000 metros cuadrados para muelles, grúas, terminales, portacontenedores y otras estructuras, y en la primera fase tener capacidad de



120.000 toneladas de carga (García Montoya, 2015). En este escenario, toda la información generada en el golfo debe representar una herramienta de manejo costero que promueva el desarrollo responsable de la región.

1.3 Los cetáceos del Golfo de Urabá

Los cetáceos, conocidos como delfines y ballenas, son especies marinas pelágicas del Orden Artiodactyla y el Infraorden Cetacea. Tienen una total adaptación a la vida en el medio acuático, amplios rangos de movimiento, su presencia esta principalmente determinada por sus presas y lugares de descanso y defensa contra depredadores (Reif, et al., 2017; Chen, et al., 2017; Titcomb, et al., 2017; Bossart, 2006; Moore, 2008; Walpole & Leader-Williams, 2002). Además, controlan las abundancias relativas de peces e invertebrados, contribuyen al equilibrio energético de los ecosistemas y su pérdida genera cascadas tróficas (Heithaus, et al., 2008; Ailey, et al., 2017).

En Colombia, se han registrado 31 especies de cetáceos (Trujillo, et al., 2022). Las poblaciones más estudiadas corresponden a las ballenas jorobadas en el Pacífico (Flórez-González, 1991; Ávila, et al., 2020) y los delfines de río que han sido investigados en los últimos 33 años en diversos ríos de Colombia y cuyas poblaciones han sido caracterizadas desde diferentes perspectivas (Trujillo, et al., 2022). En el Caribe, se han realizado avistamientos puntuales de cetáceos, especialmente en el departamento del Magdalena y Córdoba donde se describen 17 especies de cetáceos (Prieto-Rodríguez, 1988; Pardo & Palacios, 2006; Jiménez-Pinedo, et al., 2011; Morales Rincón & Jauregui Romero, 2012; Franco & Delgadillo, 2021). Sin embargo, la información específica sobre las poblaciones es escasa.

Dentro del golfo de Urabá se ha confirmado la presencia de poblaciones de delfines de las especies *Sotalia guianensis* o delfín guiana, y *Tursiops truncatus* o delfín mular (Patiño, 2011; Fundación Omacha y CORPOURABA, 2016). Además, se ha registrado el tránsito de algunas especies de cetáceos como *Orcinus orca* (orcas) y *Pseudorca crassidens* (falsas orcas) que fueron avistadas en una ocasión (reportes no publicados de la Corporación Ambiental Biomunicipios, Secretaría distrital de Ambiente – DAMA - de la Gobernación de



Antioquia y Corpouraba, 2008), individuos varados de *Physeter macrocephalus* (Cachalote) (Biomunicipios, 2009) y de ballenas de la familia Balaenopteridae (reportes no publicados de la Corporación Ambiental Biomunicipios, DAMA de la Gobernación de Antioquia) (El Colombiano, 2015) que fueron transportados por las corrientes dentro del golfo.

En el año 2016 la Fundación Omacha y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá – CORPOURABÁ confirmaron la presencia del delfín gris y el delfín mular a través de cinco (5) avistamientos y calcularon una densidad aproximada de 0,07 cetáceos/km² basándose en el método de transectos en línea y el cálculo de distancias. Adicionalmente, realizaron un trabajo exhaustivo para generar cartografía social, y describieron 48 relatos de encuentro de delfines en el golfo de Urabá. Los lugares de avistamiento más frecuentes fueron el Cerro del Águila y Punta Yerbasa y el 44% de los entrevistados afirmó que los avistamientos son más frecuentes en época de lluvia (Fundación Omacha y CORPOURABA, 2016).

A partir del año 2017, en el marco de esta tesis y a través del **Proyecto Delfín Gris** en asociación con la Fundación Omacha, la Armada Nacional de Colombia, y la Universidad de Antioquia, se diseñó una red de ciencia ciudadana en el golfo de Urabá. La ciencia ciudadana es una forma de investigación colaborativa que implica la participación activa de diversos sectores de la sociedad y el público general en proyectos de investigación científica para abordar preguntas de investigación real del trabajo científico (Wiggins & Crowston, 2011).

Entre junio de 2017 y marzo de 2020 se reportaron 61 registros, de los cuales se confirmaron 57 a través de fotos, videos y entrevistas con los observadores. Dentro de las observaciones registradas y confirmadas, en 21 casos no fue posible confirmar la especie (cf.) y el delfín gris (n=14, 28%) tuvo el mayor número de registros, seguida por el delfín mular (n=10, 20%). Por primera vez en el golfo se presentaron registros de delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*), delfín moteado pantropical (*Stenella attenuata*) y ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*) (Figura 2). También se presentó un registro cuya autenticidad no se pudo confirmar, de un grupo de delfines comunes del género *Delphinus*.



Algunas actividades humanas generan impacto sobre las poblaciones de cetáceos. La pesca dirigida o incidental según su intensidad puede afectar las poblaciones (Dolman & Moore, 2017; Brown, et al., 2014). El turismo, realizado en forma descontrolada, puede afectar el comportamiento de los individuos y producir el abandono de hábitats importantes para la especie. La contaminación acústica y la colisión con embarcaciones genera efectos negativos como modificación en los comportamientos, lesiones, daño en el sistema auditivo y abandono de áreas vitales (Senigaglia, et al., 2016; Christiansen & Lusseau, 2014). La industria petrolera, especialmente en su fase de exploración (sísmica marina), puede generar lesiones en los sistemas auditivos, modificar las actividades vitales por el solapamiento de los sonidos, producir enfermedades por descompresión y cambios de comportamiento (Stone & Tasker, 2006; Gordon, et al., 2003; Robertson , et al., 2013; Finneran, et al., 2015).



Figura 2. Registros de ciencia ciudadana. Izquierda arriba: *Megaptera novaeangliae* – Ballena jorobada registrada por estudiantes de la Universidad de Antioquia (Yessi Causil) en el sector del Roto. Abajo a la izquierda: Registro de Delfín moteado del Atlántico - *Stenella frontalis* registrado por miembros de la Armada Nacional (Dairo Assias). Foto de la derecha: Registro de *Tursiops truncatus* – Delfín mular en el sector de Sappzorro realizado por Sebastián Contreras, estudiante de la Universidad de Antioquia.

La construcción de infraestructura costera, como los puertos, modifica el hábitat, produce ruido subacuático, aumenta el tráfico marino y por consiguiente la probabilidad de colisión con embarcaciones, y de derrames de hidrocarburos (Jefferson, et al., 2009; Chilvers, et al., 2005). Los efectos acumulativos de las actividades humanas pueden disminuir el tamaño y la calidad del hábitat o producir el aislamiento de pequeñas poblaciones locales causando reducción de la variabilidad genética e inestabilidad demográfica (Saunders, et al., 1991).



En el golfo de Urabá, donde la suma de actividades productivas, que incluyen la pesca artesanal e industrial, el turismo, el tráfico marítimo, la exploración petrolífera (García-Valencia, 2007; Avellaneda, 2005; Leal Flórez, et al., 2017) y la futura construcción de tres puertos (Agudelo Restrepo, 2016; García Montoya, 2015; PISISI S.A, 2015); hasta el momento no cuenta con una evaluación de la magnitud o la intensidad del impacto de estas actividades sobre los cetáceos.

El estatus de conservación de *Tursiops truncatus* a nivel global es “Preocupación menor” (LC *Least Concern* en inglés) ya que, a pesar de que hay muchas presiones, se cree que ninguna de estas produce una disminución significativa de la población a nivel mundial. A nivel nacional su estatus es “Casi Amenazado” debido a su captura incidental por pesquerías artesanales e industriales y la captura dirigida para el abastecimiento de acuarios (Capella Alzueta, et al., 2006). La clasificación de amenaza para *Sotalia guianensis*, según la IUCN, es *Casi amenazada* (NT) (Sechii, et al., 2018; Wells, et al., 2019) y a nivel nacional, el estado de amenaza es *Vulnerable* (VU) porque se ha detectado la disminución de las poblaciones, relacionada especialmente a la degradación de su hábitat y a la pesca dirigida e incidental (Trujillo, et al., 2006). Adicionalmente, *Sotalia* se encuentra en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés), donde se agrupan las especies en “en peligro de extinción” principalmente por el gran número de delfines de esta especie que fue comercializado a acuarios europeos en los años setenta (Bössenecker, 1978),

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), el estatus de conservación de las Orcas (*Orcinus orca*) es *Datos Deficientes* (DD) (Reeves, et al., 2017), de las Orcas Falsas (*Pseudorca crassidens*), *Casi Amenazada* (NT) (Baird, 2018), de los cachalotes (*Physeter macrocephalus*) *Vulnerable* (VU) (Taylor, et al., 2019) y del delfín Moteado Pantropical (*Stenella attenuata*), delfín Moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*) y la Ballena Jorobada (*Megaptera novaeaeangliae*), *Preocupación menor* (LC) (Braulik & Jefferson, 2018; Kiszka & Braulik, 2018; Cooke, 2018). En el libro Rojo de Mamíferos de Colombia las Orcas y el Delfín moteado pantropical se consideran *casi amenazadas* (NT), los cachalotes y las ballenas jorobadas, *vulnerables* (VU) y no se contempla el estado de conservación a nivel nacional para las Orcas falsas y los



Delfines moteados del Atlántico. Las amenazas más comunes están relacionadas con pesca incidental y direccionada, contaminación marina y destrucción de hábitat (Tabla 1).

Tabla 1. Estatus de conservación de las especies de cetáceos registrados en el Golfo de Urabá (Preocupación menor: LC; Casi amenazada: NT; Vulnerable: VU; En peligro: EN; En peligro crítico: CR; y Datos insuficientes: DD)

| Tipo de registro | Nombre común | Especie | Estatus de conservación mundial Lista Roja IUCN | Estatus de conservación nacional –Libro rojo |
|------------------|---|-------------------------------|--|--|
| Varamiento | Cachalote* | <i>Physeter macrocephalus</i> | VU | VU |
| Avistamiento | Orca | <i>Orcinus orca</i> | DD | NT |
| Avistamiento | Falsa orca | <i>Pseudorca crassidens</i> | DD | DD |
| Avistamiento | Ballena Jorobada | <i>Megaptera novaeangliae</i> | LC | VU |
| Avistamientos | Delfín moteado del Atlántico | <i>Stenella frontalis</i> | LC | DD |
| Avistamientos | Delfín pantropical | <i>Stenella attenuata</i> | LC | |
| Avistamientos | Delfín gris* | <i>Sotalia guianensis</i> | NT | DD |
| Avistamientos | Delfín mular o delfín hocico de botella | <i>Tursiops truncatus</i> | LC | NT |

*Apéndice I de citas

1.2.1 El delfín gris o Delfín de guayana *Sotalia guianensis*

Sotalia guianensis conocido como Delfín Gris o Delfín de guayana, tiene una distribución restringida desde el norte de Honduras en el Caribe hasta el Estado de Santa Catarina, en Brasil. Habita regiones costeras de baja profundidad y alta productividad primaria como bahías y estuarios (da Silva, et al., 2010).

Pertenece al orden Artiodactyla, infraorden Cetacea suborden Odontoceti, superfamilia Delphinoidea, familia Delphinidae (Agnarsson & May-Collado, 2008). La taxonomía del género *Sotalia* ha sido debatida por la comunidad científica en varios momentos. Hasta 2007 sólo había una especie *Sotalia fluvialitis* con dos ecotipos: uno fluvial *Sotalia fluvialitis fluvialitis* y uno costero denominado *Sotalia fluvialitis guianensis* (da Silva & Best, 1994). Sin embargo, análisis morfométricos de los cráneos de 105 especímenes mostraron diferencias significativas entre los dos ecotipos (Monteiro-Filho, et al., 2002) y el análisis genético de 66 individuos evidenciaron divergencia genética entre los mismos (Caballero, et al., 2007). Por esta razón, fueron reconocidas dos especies: *Sotalia fluvialitis*, o tucuxi que habita el río Amazonas y sus tributarios, y *Sotalia guianensis*, Delfín de guayana, delfín gris o costero, habitante del océano Atlántico (Caballero, et al., 2010).



En cuanto a las características de historia de vida de *Sotalia guianensis* la edad máxima registrada es 33 años (Lima, et al., 2017; Ramos, et al., 2006), la longitud máxima es de 230 cm y el peso máximo de 150 kg. Alcanza su madurez sexual a los 6 años, en longitudes entre 160 y 180 cm (Domit, et al., 2020). El periodo de gestación es de 11 a 12 meses, y la cría se alimenta de leche materna por nueve meses. El cuidado parental dura de cinco a seis años (Rosas, 2000; Ramos, et al., 2000). Es de color gris en la región dorsal, la región ventral puede variar de blanco a rosado; su aleta dorsal tiene forma triangular, característica que permite diferenciarla de otras especies. Cada línea de dientes de su boca tiene de 26 a 35 piezas (Leatherwood & Webber, 1994; Randi, et al., 2008). Presenta hábitos gregarios formando frecuentemente grupos de 1 a 30 individuos (Leatherwood & Webber, 1994), aunque se han registrado esporádicamente grupos de más de 100 individuos en la Bahía de Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil (Lodi & Hetzel, 1998).



Figura 3. *Sotalia guianensis* en el golfo de Urabá. Foto: María Camila Rosso Londoño

En Colombia, la especie *Sotalia guianensis* pertenece a la Unidad de Manejo CCOL – Colombia y áreas norte (Domit, et al., 2020) y a la Unidad de Población I: Caribe, que incluye el Caribe Colombiano y el lago de Maracaibo (Caballero, et al., 2010; Solé-Cava, et al., 2010). Como ya se mencionó, la categoría de conservación a nivel internacional es *Casi amenazada* (NT) (Sechii, et al., 2018) y la nacional es *Vulnerable* (VU) siguiendo el criterio



A que señala la reducción del tamaño de las poblaciones principalmente por la degradación del hábitat y la mortalidad por interacción con pesca (Trujillo, et al., 2006),

El primer reporte conocido de esta especie en Colombia lo hizo Bössenecker (1978), describiendo grupos de entre 100 y 400 individuos en el sector de Bocas de Ceniza, en las costas del departamento del Atlántico, y grupos más pequeños en la Bahía de Cispatá en el departamento de Córdoba. En 1988 fueron reportados avistamientos en el río Sinú, y en 1990 en sectores cercanos a Santa Marta (Borobia, et al., 1991). En 1988 se realizó el análisis de tejidos de dos individuos, un macho y una hembra, capturados en San Antero, Córdoba, por Bössenecker, para el delfinario en Harderwijk, Países Bajos (Duinker, et al., 1989).

En el año 2007, cuando fue definido el status taxonómico de *Sotalia*, se registraron 12 individuos: 5 del golfo de Morrosquillo, 3 de Santa Marta y 4 de San Antero (Caballero, et al., 2007) y se sugirió que estas poblaciones comparten haplotipos mitocondriales con las del lago de Maracaibo. En el sector de Santa Marta se han registrado avistamientos de individuos en los sectores del Aeropuerto y Bahía Gaira (Morales Rincón & Jauregui Romero, 2012; Pardo & Palacios, 2006). A lo largo de la costa colombiana se han registrado avistamientos e individuos muertos (Morales Rincón & Jauregui Romero, 2012; Rosso-Londoño, et al., 2017) y en junio de 2014 se realizó la liberación de dos individuos hembras que se habían varado vivas y fueron rehabilitadas. En los animales liberados fueron instalados transmisores satelitales, registrando desplazamientos entre Bocas de Ceniza, la Ciénaga Grande de Santa Marta y frente al Parque Isla de Salamanca, donde se unieron a un grupo de más de 70 individuos (Trujillo, et al., 2017). En el sistema de Información marina de Colombia (SIAM) se evidencian registros en los sectores de Santa Marta y el golfo de Urabá (SIAM, 2015).

Basados en estos avistamientos y trabajos puntuales, se ha definido que en el Caribe colombiano su distribución es fragmentada, asociada a la desembocadura de los principales ríos y se han identificado 4 poblaciones de *Sotalia guianensis*: Una en la Guajira en el sector de Dibulla (1), otra, asociada a la desembocadura del río Magdalena conocida como Bocas de Ceniza (2), en la Bahía de Cispatá, golfo de Morrosquillo en el departamento de Córdoba (3) y la cuarta, en la desembocadura del río Atrato en el golfo de Urabá (Trujillo, Datos no



publicados). No existen estudios específicos para las poblaciones de la Guajira y la desembocadura del río Magdalena, la población más estudiada corresponde a la región de la bahía de Cispatá (Dussan-Duque, 2013).

En 1995 se reportó una densidad de 6,3 delfines /Km² en la bahía de Cispatá con una población de 144 individuos, además, se realizaron descripciones de comportamiento reflejando una alta actividad en superficie y la asociación con especies de aves dentro de las que se destacaron piqueros pardos (*Sula leucogaster*), gaviotines (*Sterna spp*), fragatas o tijeretas (*Fregata magnificens*) y gaviotas dominicanas (*Larus dominicanus*) (Avila, 1995). Entre 1996 y 1997 se determinó el uso de hábitat en el mismo sector geográfico, detectando diferencias en las épocas climáticas y distribución asociada a la disponibilidad de recursos (Garcia & Trujillo, 2004). Posteriormente en el 2010 se estimó una población de 225 individuos en la época seca y 232 en época lluviosa y una densidad de 0,74 delfines/Km² (Dussan-Duque, 2013). Las metodologías y los sectores de muestreo en los dos estudios que calcularon densidad y tamaño de la población difieren. En todos los estudios se ha detectado que las poblaciones conviven con *Tursiops truncatus*.



Figura 4. Distribución de *Sotalia guianensis* en el Caribe Colombiano. Fuente: Trujillo, 2015

Entre noviembre de 2010 y abril de 2011, se realizó un estudio en el golfo de Urabá de la población residente del delfín gris en un área de aproximadamente 30 Km² de espejo de agua en la desembocadura norte del río Atrato conocida como “El Roto”, que describió distribuciones y comportamientos de esta población, concluyendo, que esta área es utilizada principalmente para desplazamiento, aunque también registró actividades de descanso y



forrajeo. Fueron encontrados grupos de delfines entre 2 y veintidós individuos, y correlación entre la presencia de individuos y la variación de las mareas (Patiño, 2011).

En el mundo esta especie está amenazada por la interacción con actividades pesqueras, desarrollo de infraestructura costera, actividades portuarias, explosiones marinas, tráfico marino, desastres ambientales, minería, exploración de petróleo, acuicultura, actividades industriales, agricultura, actividades náuticas y turismo (Domit, et al., 2020).

Las amenazas identificadas para esta especie en el Caribe colombiano son los cambios en la abundancia de las presas debido a la sobrepesca, la pérdida progresiva de hábitat, la contaminación marina, la captura direccionada y el aumento de tráfico marino (Trujillo, et al., 2017; Trujillo, et al., 2014; Trujillo, et al., 2006). Específicamente para el sector del golfo de Morrosquillo se describe que para los cetáceos, la actividad de explotación de hidrocarburos aumenta la probabilidad de derrames de aceite dentro de la bahía de Cispatá lo que puede afectar la salud de los individuos y sus poblaciones (Dussan-Duque, 2013).

1.2.3 Delfín hocico de botella o delfín mular *Tursiops truncatus*

Tursiops truncatus, conocido como delfín hocico de botella o delfín mular, se encuentra en todos los mares del mundo y es considerado una especie cosmopolita. Puede asociarse a diferentes tipos de fondos y su distribución parece estar relacionada con la presencia de alimento (Rossbach & Herzing, 1999; Reynolds, et al., 2000; Bearzi, 2005).

Pertenece al orden Artiodactyla, suborden Odontoceti, superfamilia Delphinoidea, familia Delphinidae (Reynolds, et al., 2000), y se conocen dos morfotipos: uno, costero, que habita en aguas poco profundas, bahías, estuarios, lagunas y ríos, y el tipo oceánico que permanece en mar abierto y aguas profundas (Würsig, et al., 2000; Quérouil, et al., 2007). En el gran Caribe, hay tres unidades poblacionales según sus características genéticas: 1) Honduras/Colombia/Puerto Rico/Bahamas, 2) Cuba y 3) México. En la unidad 1) se ha descrito el morfotipo costero y en México y Cuba, el oceánico (Caballero, et al., 2012)

Son de tamaño mediano entre 2 y 3,8 m, robustos y pueden pesar hasta 650 kg. Tienen una aleta dorsal curvada y coloración oscura con una clara definición entre el melón, y el rostro que es corto. El tamaño y peso varía entre los morfotipos y también parece tener una



relación con la temperatura del agua. Es de color gris claro en los flancos y gris oscuro o negro en la región dorsal. Tiene entre 18 y 26 dientes en cada mandíbula (Wells & Scott, 2002; Culik, 2004; Jefferson, et al., 2008). Como ya se mencionó, su categoría de amenaza según la IUCN es “Preocupación menor” y a nivel nacional “Casi amenazada” (Capella Alzueta, et al., 2006).



Figura 5. Grupo de *Tursiops truncatus* en el golfo de Urabá. Foto: María Fernanda Rosas

En Colombia se ha registrado la presencia de esta especie en los dos océanos. En el sistema de Información marina de Colombia hay 255 registros para esta especie (SIAM, 2015). Hasta 1995 se habían registrado 15 varamientos en toda la costa Pacífica colombiana de esta especie (Mora-Pinto, et al., 1995) y en 2015 se reportó uno más en el Pacífico y otro en el Caribe (Rosso-Londoño, et al., 2017). Hay registros de avistamientos frecuentes en la costa del Departamento del Magdalena (Jiménez-Pinedo, et al., 2011; Pardo & Palacios, 2006; Fraija, et al., 2009) y en la bahía de Cispatá (Avila, 1995; Dussan-Duque, 2013), sin embargo, no hay estudios donde se encuentren definidos los parámetros de las poblaciones en el territorio nacional.



1.4 Participación de actores en la conservación de los cetáceos en el Golfo de Urabá

El compromiso de la sociedad es crucial para lograr los objetivos de conservación marina. En la medida en que haya conciencia sobre cómo las acciones humanas tienen incidencia sobre el ecosistema, es posible crear ambientes armónicos y fortalecer la gobernanza de las poblaciones humanas costeras en el territorio, desde el conocimiento de los procesos ecológicos y las acciones para mantener los servicios ecosistémicos (Jefferson, et al., 2015; Markantonatou, et al., 2016).

Para lograr este compromiso existe el enfoque de investigación cooperativa (*cooperative research approach*) que es una estrategia donde se involucra diferentes actores en la solución de un problema específico y común (Bausela Herreras, 2003). En este proyecto se implementó la investigación cooperativa desde diferentes ejes para 1) promover el intercambio de saberes de diferentes actores que se relacionan con los cetáceos, 2) crear reflexiones sobre las acciones de protección y conservación y 3) incentivar a la recolección de análisis de datos sobre este grupo.

1.5 Objetivos del estudio y Preguntas de investigación

Objetivo General

Generar información de base sobre las poblaciones de *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* y otros cetáceos en el golfo de Urabá que sirvan como soporte para la toma de decisiones y la formulación de medidas de manejo costero.

Objetivos específicos

- Describir la distribución, abundancia, y uso de hábitat de las poblaciones de *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* en el golfo de Urabá.
- Evaluar las actividades antrópicas y su grado de interacción con los cetáceos del golfo de Urabá.
- Crear espacios locales de apropiación social del conocimiento.



Preguntas De Investigación

- ¿Cuál es el tamaño de las poblaciones de *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* que ocupan el golfo de Urabá?
- ¿Cómo se distribuyen espacial y temporalmente las poblaciones de *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* en el golfo de Urabá, y cuáles son los factores que determinan su presencia?
- ¿Qué tipo de interacciones hay entre las actividades productivas dentro del golfo y los cetáceos?
- ¿Las poblaciones de cetáceos en el golfo de Urabá están amenazadas por alguna actividad antrópica?

Considerando que el golfo de Urabá es “*el complejo estuarino más grande de todo el Caribe colombiano y de la cuenca Caribe Sur*”, que tiene unas características geográficas y oceanográficas únicas (Blanco-Libreros & Londoño-Mesa, 2016), y que hasta el momento no se conocen los parámetros poblacionales ni las dinámicas estacionales de ninguna población de mamíferos acuáticos dentro del mismo lo cual limita la comprensión de los ecosistemas en cuanto a la importancia relativa de cada grupo funcional, los flujos de energía y tránsito de biomasa dentro de las redes tróficas, las respuestas biológicas y la resiliencia potencial a las perturbaciones del sistema (Plagányi, 2007); este trabajo pretende caracterizar algunos parámetros poblacionales de los delfines dentro de este cuerpo de agua, definir si hay amenazas para su conservación, y producir herramientas de gestión marino costera para la región de Urabá.

Esta información es generada en articulación con las líneas estratégicas del Plan de Acción nacional para la conservación de los Mamíferos Acuáticos de Colombia (Trujillo, et al., 2022) y es compatible con la misión de la Universidad de Antioquia que contempla la generación de conocimientos que aporten al desarrollo de la región de Urabá, los propósitos del grupo GISMAC que incluyen la realización de inventarios y monitoreo de especies, caracterizando su desempeño en el ecosistema, y con el objetivo de la Fundación Omacha, que es la conservación de la fauna y los ecosistemas acuáticos y terrestres en Colombia.



1.6 Estructura del documento

La estructura del documento lleva la línea de los objetivos planteados. En el **Capítulo Dos** se describen y analizan los datos de avistamiento en términos de distribución, abundancia y uso de hábitat para el Delfín de guayana y el Delfín Mular.

En el **Capítulo Tres**, se crean escenarios de riesgo con las amenazas actuales y potenciales para los cetáceos en el golfo de Urabá: la pesca y el tráfico marino, considerando las amenazas actuales y en las potenciales incluyendo construcción de los puertos.

En el **Capítulo cuatro**, el lenguaje narrativo cambia y se relata un caso de estudio desde la perspectiva del entendimiento social de la ciencia a través del “Proyecto Delfín Gris”. Este proyecto nació como una iniciativa para financiar el trabajo en campo de esta tesis y tuvo impactos ampliando el conocimiento sobre los delfines en el golfo, en la percepción sobre las especies y la naturaleza, y en las prácticas sociales de los que participaron en la iniciativa.

En el **Capítulo cinco** se presentan las principales conclusiones de este trabajo y se sugiere una ruta para ampliar el conocimiento sobre los delfines en el golfo de Urabá y promover su conservación.



2. Distribución, abundancia e idoneidad de hábitat de las poblaciones, de *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* en el Golfo de Urabá

2.1 Introducción

Los patrones de distribución, la abundancia y la forma en la que las poblaciones naturales usan determinados ambientes, son un tema central de la ecología y la base de la gestión objetiva de la biodiversidad (Royama, 1992; Fortin & Dale, 2005). La distribución y el uso de hábitat son funciones de la heterogeneidad de los ambientes y los requerimientos biológicos de la especie, y su conocimiento permite delimitar áreas especiales de protección (Samuel, et al., 1985; Becker, et al., 2020). La abundancia y las variables derivadas de sus cálculos nos permiten determinar el estado de la población y, en estudios a largo plazo, sus tendencias en el tiempo, marcando rutas para implementar acciones de protección. También la tendencia negativa en la abundancia puede usarse como indicador de perturbaciones en los ecosistemas (Tardin, et al., 2020; Azevedo, et al., 2017).

El estudio de las poblaciones de cetáceos tiene limitaciones particulares de acceso, escala y recursos: los cetáceos se desplazan a lo largo y ancho de la columna de agua, y su observación depende del comportamiento en superficie. Aunque hay especies costeras que permiten que se realicen detecciones desde tierra, por lo general es necesario desplazarse en o sobre el agua, lo cual requiere una embarcación o una aeronave, y para la detección y registro de individuos, se usan equipos profesionales costosos, que necesitan una inversión alta de dinero (Hammond, 2010).

Los métodos más usados para determinar la abundancia son los transectos en línea, y marca y recaptura desde embarcaciones o aviones (Hammond, 2010). Los datos que se toman durante los recorridos también sirven para establecer la distribución y el uso de hábitat. Recientemente se han propuesto métodos acústicos o de detección sonora remota, pero aún no han sido perfeccionados, tienen mucho sesgo, son costosos, no pueden aplicarse para todas las especies y se dificulta replicarlos en el tiempo. También se están probando métodos genéticos de marca y recaptura para determinar abundancia que exigen conocimiento,



equipos e infraestructura para los análisis (Frasier, et al., 2020). Cada especie tiene un método que se ajusta mejor a sus características ecológicas por lo que continuamente las estrategias se reformulan para disminuir los sesgos.

Hasta hace poco, el análisis de los datos también representaba un reto para los investigadores, sin embargo, en los últimos años se han establecido varias opciones que se ajustan a condiciones específicas. Para determinar la distribución de cetáceos se han utilizado diferentes abordajes cualitativos y cuantitativos como el vecino más cercano, bloques al azar, dimensión fractal y los índices de agregación entre otros (Fortin, et al., 2002). Además, existen una variedad de técnicas para modelar la relación entre la distribución y las características del hábitat como modelos aditivos generalizados (GAM), modelos lineales generalizados (GLM), árboles de regresión potenciados (BRT), bloques aleatorios (RF) y modelos de máxima entropía (MaxEnt) (Becker, et al., 2020; Austin, 2007; Elith & Leathwick, 2009).

En Colombia, se han registrado más de 30 especies de cetáceos marinos (Trujillo, et al., 2014) y la información sobre las características de sus poblaciones es escasa. En términos de abundancia y preferencias de hábitat se han descrito algunas características de las ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae* que visitan el Pacífico (Flórez-González, 1991; Flórez-González, et al., 2007), se ha estudiado una población del Delfín de guayana *Sotalia guianensis* residente en la bahía de Cispatá (Avila, 1995; Dussan-Duque, 2013; Garcia & Trujillo, 2004), se han hecho modelos de distribución para el género *Stenella* (Barragán-Barrera, et al., 2019) y para el cachalote *Physeter macrocephalus* en el Caribe Colombiano (Avila, et al., 2022).

En el golfo de Urabá, que es la región del mar Caribe colombiano y la frontera con Panamá, se sabe que transitan por lo menos ocho especies de cetáceos y los registros más frecuentes corresponden a las de Delfín de guayana (*Sotalia guianensis*) y delfín mular (*Tursiops truncatus*) (Fundación Omacha y CORPOURABA, 2016).

El Delfín de guayana se distribuye en aguas costeras y poco profundas tropicales y subtropicales del Atlántico sur (Lobo, et al., 2021). Se han realizado estimativos de abundancia a lo largo de su distribución: 23 estudios en Brasil, dos en la Guyana Francesa,



seis en Venezuela y dos en Colombia, utilizando métodos de transecto en línea y de marca y recaptura. En la mayoría de los lugares estudiados se mencionan otros parámetros como distribución, uso de hábitat y comportamiento estacional. El tamaño de las poblaciones a lo largo de Suramérica varía entre 9 y 4451 individuos (Domit, et al., 2020). En el golfo de Urabá un estudio describe algunos aspectos del comportamiento de esta especie en el sector de El Roto (Patiño, 2011).

Por su parte, las poblaciones de delfín mular son de las más estudiadas en el mundo, debido a su amplia distribución y tamaño y porque es la especie más capturada con fines comerciales (ejemplo: Smith, et al., 2013; Wilson, et al., 1999; Fury & , 2008). Se sabe que habitan aguas costeras y oceánicas en las áreas tropicales y templadas, las estimativas de abundancia varían en diferentes ambientes, y su presencia puede estar determinada por sus presas y relacionada con la temperatura del agua, la profundidad, la pendiente y tipo de fondo marino entre otros (Connor, et al., 2000; Shane, 1990; Wilson, et al., 1999; Hubard, et al., 2004). Hasta ahora, en el golfo de Urabá no había estudios específicos sobre aspectos de su biología y demografía.

Los cetáceos del golfo de Urabá actualmente son susceptibles a ser afectados por actividades antrópicas como el tráfico marino (DIMAR, 2018), la pesca artesanal (Leal Flórez, et al., 2017) y la degradación del hábitat por el desarrollo costero (Gupta, et al., 2005). La construcción de tres megaportos, en un futuro cercano, contribuirá con presiones adicionales sobre el medio ambiente y sobre estas poblaciones (David, 2006; Marcondes, et al., 2020). Hasta hoy, se han aprobado tres licencias ambientales para la construcción y operación de los puertos (ANLA, 2017a; ANLA, 2017b; ANLA, 2016), pero solo una ha considerado implementar medidas de conservación para proteger a los delfines, lo que aumenta su vulnerabilidad en la región. Por lo tanto, los esfuerzos para generar información mejorarán el ejercicio de ordenamiento costero y permitirán que los tomadores de decisiones tengan más herramientas para conservar las especies y ecosistemas.

Para contribuir a tales esfuerzos, los objetivos de este capítulo fueron, estimar la distribución, la idoneidad del hábitat, la abundancia, sobrevivencia y probabilidad de captura del Delfín de guayana y el delfín mular en el golfo de Urabá. Este trabajo es la primera



evaluación de estos parámetros para los delfines en el golfo de Urabá y pretende servir como base para promover monitoreos a largo plazo en la región, así como aumentar el conocimiento a nivel nacional de los cetáceos en línea con el Plan de Acción Nacional para la Conservación de Mamíferos Acuáticos 2022 – 2030 de Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (Trujillo, et al., 2022) .

2.2 Materiales y métodos

2.2.1 Esfuerzo

Entre junio y octubre de 2017, septiembre y diciembre de 2018, marzo y diciembre de 2019, y marzo de 2020 se realizaron treinta y cuatro días de recorridos no sistemáticos para el registro de delfines (Tabla 2, Figura 6).

En 2017 y 2018 se realizaron trece recorridos en plataformas de oportunidad como embarcaciones de la Armada Nacional, embarcaciones de operadores turísticos en la ruta Necoclí – Acandí – Capurgana, y embarcaciones de pesca artesanal de diferentes dimensiones, con motores de diversas potencias a velocidades entre 5 y 30 nudos. En 2019 y 2020 los recorridos se realizaron en una embarcación de 10 metros de eslora, 1.1 metros de ancho y motor fuera de borda de 80 HP a una velocidad máxima de 8 nudos. La duración promedio de cada viaje fue de 5.2 horas.

Tabla 2. Esfuerzo de muestreo en tiempo y distancia

| Fecha | Esfuerzo en horas (horas) | Esfuerzo en distancia (Km) |
|------------|------------------------------|-------------------------------|
| 05/06/2017 | 4,30 | 43,30 |
| 06/06/2017 | 5,28 | 70,70 |
| 07/06/2017 | 1,30 | 24,60 |
| 09/06/2017 | 6,80 | 118,20 |
| 17/10/2017 | 3,90 | 146,27 |
| 02/11/2017 | 3,30 | 151,80 |
| 14/11/2017 | 4,39 | 154,00 |
| 25/11/2017 | 3,02 | 145,10 |
| 29/11/2017 | 3,68 | 123,50 |
| 20/09/2018 | 8,92 | 217,20 |
| 22/11/2018 | 3,30 | 147,37 |
| 07/12/2018 | 5,67 | 200,25 |
| 12/03/2018 | 2,98 | 142,38 |



| Fecha | Esfuerzo en horas (horas) | Esfuerzo en distancia (Km) |
|------------|------------------------------|-------------------------------|
| 21/03/2019 | 4,07 | 8,11 |
| 05/04/2019 | 6,50 | 99,50 |
| 11/04/2019 | 4,27 | 90,43 |
| 08/05/2019 | 6,25 | 74,30 |
| 10/05/2019 | 5,70 | 63,00 |
| 14/05/2019 | 6,67 | 91,20 |
| 21/05/2019 | 4,87 | 73,90 |
| 05/06/2019 | 3,17 | 149,40 |
| 10/06/2019 | 1,43 | 40,40 |
| 14/06/2019 | 5,20 | 117,40 |
| 16/06/2019 | 5,88 | 112,50 |
| 19/06/2019 | 4,20 | 67,00 |
| 22/06/2019 | 5,35 | 124,70 |
| 08/08/2019 | 6,38 | 85,30 |
| 13/09/2019 | 4,78 | 77,90 |
| 25/09/2019 | 9,00 | 102,5 |
| 10/10/2019 | 7,77 | 116,6 |
| 16/10/2019 | 7,58 | 134,9 |
| 01/11/2019 | 8,40 | 132,9 |
| 14/11/2019 | 6,82 | 99,5 |
| 05/03/2020 | 5,57 | 58,9 |

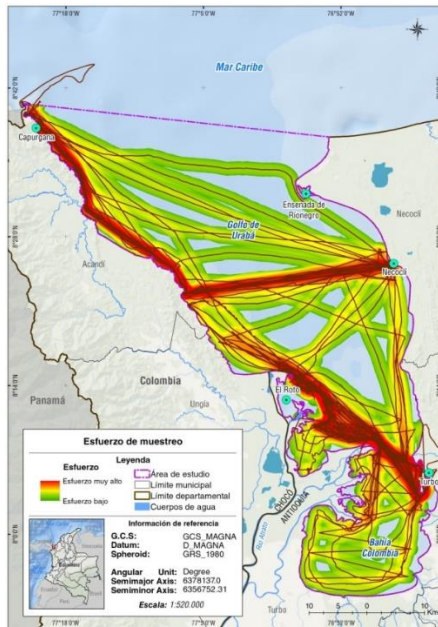


Figura 6. Esfuerzo de muestreo en el golfo de Urabá. Rojo: esfuerzo muy alto, Naranja: esfuerzo alto, Amarillo: esfuerzo medio, Verde: Esfuerzo bajo



2.2.2 Recolección de datos

Cuando un grupo de delfines era avistado, el barco reducía la velocidad y se acercaba al grupo para seguirlo durante el mayor tiempo posible utilizando un muestreo de grupo focal (Lehner, 1996). En cada avistamiento de delfines, se anotó la ubicación geográfica (obtenida mediante un sistema de posicionamiento global portátil (GPS Garmin); tamaño del grupo (número de individuos); composición (adultos y crías); comportamiento principal (alimentación, desplazamiento, socialización, descanso y “milling”); y se tomaron fotografías de la mayor cantidad de individuos posible que conformaban los grupos utilizando una cámara réflex digital Nikon d5100 equipada con una lente de zoom de 70-300 mm.

La unidad social básica considerada en este estudio fue el grupo. Un grupo se definió como cualquier agregación de delfines observada en aparente asociación dentro de un radio de 100 m exhibiendo el mismo comportamiento (Altmann, 1974; Wedekin, et al., 2007). La actividad predominante asignada al grupo fue la observada durante los primeros cinco minutos del avistamiento por al menos el 50% de los individuos (Mann, 1999). Para la composición de los grupos, los animales fueron categorizados como adultos y crías, según tamaño y color (Randi, et al., 2008). Las crías se identificaron por medir 1/3 del tamaño del adulto, tenían un color gris rosado y generalmente iban acompañados de un animal adulto (Geise, et al., 1999; Lodi, 2003). Los comportamientos se clasificaron como:

- ***Alimentación:*** natación asincrónica caracterizada por inmersiones repetidas y rápidas, cambiando de dirección rápidamente y sin un patrón definido, concentrándose en un solo lugar. En algunas ocasiones, el grupo viaja una distancia corta y comienza a alimentarse nuevamente. Es posible observar peces en la superficie o en la boca de los animales (Azevedo, et al., 2005; Flach, et al., 2008). La presencia de aves que se alimentan o siguen a los delfines es un buen indicador del comportamiento de alimentación (Garaffo, et al., 2007);
- ***Desplazamiento:*** movimientos en una sola dirección a una velocidad constante. Espacio corto entre los individuos del grupo y eventualmente saltos (Flach, et al., 2008);



- **Socialización:** comportamientos que incluyen contacto corporal, saltos, persecución y movimientos de alta velocidad con golpes de aleta caudal. Frecuentes cambios de dirección y saltos (Garaffo, et al., 2007). El comportamiento sexual y el juego se incluyeron en esta categoría (Domit, et al., 2016);
- **Descanso:** bajo nivel de actividad. Los delfines permanecen flotando en la superficie con movimientos suaves ocasionales (Azevedo, et al., 2005).
- **“Milling”:** movimientos a baja velocidad con frecuentes cambios de dirección (Garaffo, et al., 2007).

También se observó un comportamiento evasivo en presencia de lanchas rápidas que se registraron de forma independiente para futuros análisis. Las fotografías de los individuos se realizaron siguiendo el protocolo de identificación con fotografía de Würsig y Jefferson (1990).

2.2.3 Ocurrencia y Distribución

Se graficaron las coordenadas geográficas de cada avistamiento de delfines para realizar un análisis espacial de su distribución. Usando la herramienta *Kernel Density* del software ArcGIS Pro versión 2.7.1 se calcularon los tamaños del área de distribución a partir de unidad de entidades puntuales (ArcGis, 2012).

El análisis de Kernel es una función de densidad continua, unimodal y simétrica, donde la suma ponderada de los datos disponibles será función de la densidad de población. Esta suma, se atenúa a través de una función continua que determina la influencia de los datos cercanos. Este análisis ignora la información de secuencia temporal disponible, asumiendo que los datos de ubicación son independientes y que la información de la secuencia temporal es irrelevante, por eso en este trabajo se usa como medida de distribución y no de uso de hábitat (Zucchini, 2003).

2.2.4 Preferencia de hábitat

El estudio de las relaciones entre especies y medio ambiente proporciona información para interpretar procesos ecológicos y ayuda en esfuerzos de conservación efectivos



(Graham, et al., 2004; Guisan & Zimmermann, 2000). Los modelos de distribución de especies proporcionan predicciones cuantitativas sobre su distribución y promueven que potenciales estudios futuros se centren en las áreas con mayor probabilidad de hallazgo de las especies, evaluar las alteraciones de los hábitats con respecto a su potencial para albergar especies clave y priorizar áreas de conservación (Thorne, et al., 2012). La selección del hábitat es un proceso jerárquico que envuelve comportamientos innatos y decisiones sobre el uso que una población hace del ambiente y que se expresa a diferentes escalas (Hutto 1985).

En las modelaciones de hábitat pueden utilizarse diversas variables ambientales predictivas, en este estudio, se usaron la profundidad, la pendiente, la distancia de la costa, y la presencia de caladeros de pesca, interpretada como disponibilidad de presas, fueron definidas por su potencial relevancia biológica descrita para las especies de interés (Grigg & Markowitz, 1997; Zanardo, et al., 2017; Pitchford, et al., 2014; Barros & Wells, 1998; Azevedo, et al., 2007; Bazzalo, et al., 2008; Lobo, et al., 2021) y por los datos disponibles en el área. Los datos de batimetría (Figura 7a) fueron proporcionados por el grupo de investigación de modelación numérica del océano de la Universidad de Antioquia y se derivaron de la carta náutica 412 del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de Colombia (CIOH), con una resolución de 0.06 minutos de arco. Estos datos se modelaron, utilizando la herramienta de interpolación Kriging disponible en el software ArcGIS PRO versión 2.7.1, que permite estimar los valores de una variable en las áreas no muestreadas, utilizando la información de las áreas muestreadas. Posteriormente, la información fue rasterizada (tamaño del pixel 10m x 10m) (Porras Velázquez, 2017).

La capa resultante de este componente fue usada para el cálculo de la pendiente a través de la herramienta *Surface Raster* utilizando el mismo software. La pendiente se definió como el gradiente de cambio de profundidad máximo para cada celda de la cuadrícula de 0 a 90 grados (Figura 7b).

A partir del *Raster* de profundidad y a través del análisis de distancia euclidiana de ArcGIS PRO versión 2.7.1, se crearon 10 categorías para crear la capa de distancia a la costa de los registros de avistamiento desde el punto más cercano al límite costero. Las categorías fueron separadas para la modelación en intervalos de 1.601 Km (Figura 7c).



Los caladeros de pesca fueron tomados del mapa del visor geográfico del Sistema de Información Ambiental Marino de Colombia (SIAM) (ver: <https://siam.invemar.org.co/informacion-geografica>). Estos puntos fueron considerados como áreas con mayor concentración de alimento de delfines, se utilizó información relacionada con la diversidad de especies de cada uno de los caladeros. La herramienta de análisis de densidad espacial Kernel modeló las áreas con mayor concentración de alimento (Figura 7d).

La modelación de idoneidad de hábitat se realizó a través de la técnica de máxima entropía que basa sus predicciones en los datos de presencia y no utiliza los de ausencia. Las técnicas que utilizan únicamente los datos de presencia, son particularmente útiles para estudios de especies con áreas amplias de distribución, cuando se tiene una tasa de avistamiento muy bajo, como es el caso de los delfines, cuando los muestreos no son sistemáticos o cuando los datos de ausencia no están disponibles (Guisan & Zimmermann, 2000; Thorne, et al., 2012).

El modelo de máxima entropía maximiza la dispersión de los datos en el espacio geográfico, estimando la distribución de probabilidad de ocurrencia que está más cerca de la entropía máxima, es decir, lo más cerca que puede estar de una distribución uniforme. El modelo utiliza un algoritmo para determinar si existe una relación entre la ocurrencia de especies en términos de presencia y las variables ambientales en el área de estudio entendida como el área probable de distribución de la muestra. Usando una salida logística evalúa la idoneidad de cada cuadrícula, asignando un valor que va desde 0 (hábitat inadecuado) a 1 (hábitat óptimo). Los datos de ocurrencia generalmente exhiben un fuerte sesgo espacial que afecta el modelo por lo que se hacen réplicas utilizando un método de validación cruzada. Este método divide los datos de ocurrencia al azar en un número específico (el número de réplicas) de grupos de igual tamaño ("capas") y ejecuta el modelo omitiendo una capa cada vez. Cada modelo final resulta del promedio de las 10 réplicas (Phillips, et al., 2006).

Para este análisis se utilizó el software *Maxent* (versión 3.3.1, ver <http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent>). *Maxent* tiene un enfoque flexible para la modelación ya que se permite el uso de variables categóricas y continuas, la salida del modelo se presenta de forma continua, lo que permite visualizar y contrastar la idoneidad del hábitat



en una escala fina y además, permite evaluar gráfica y cuantitativamente qué variables del hábitat son las que mejor explican la presencia de las especies (Thorne, et al., 2012).

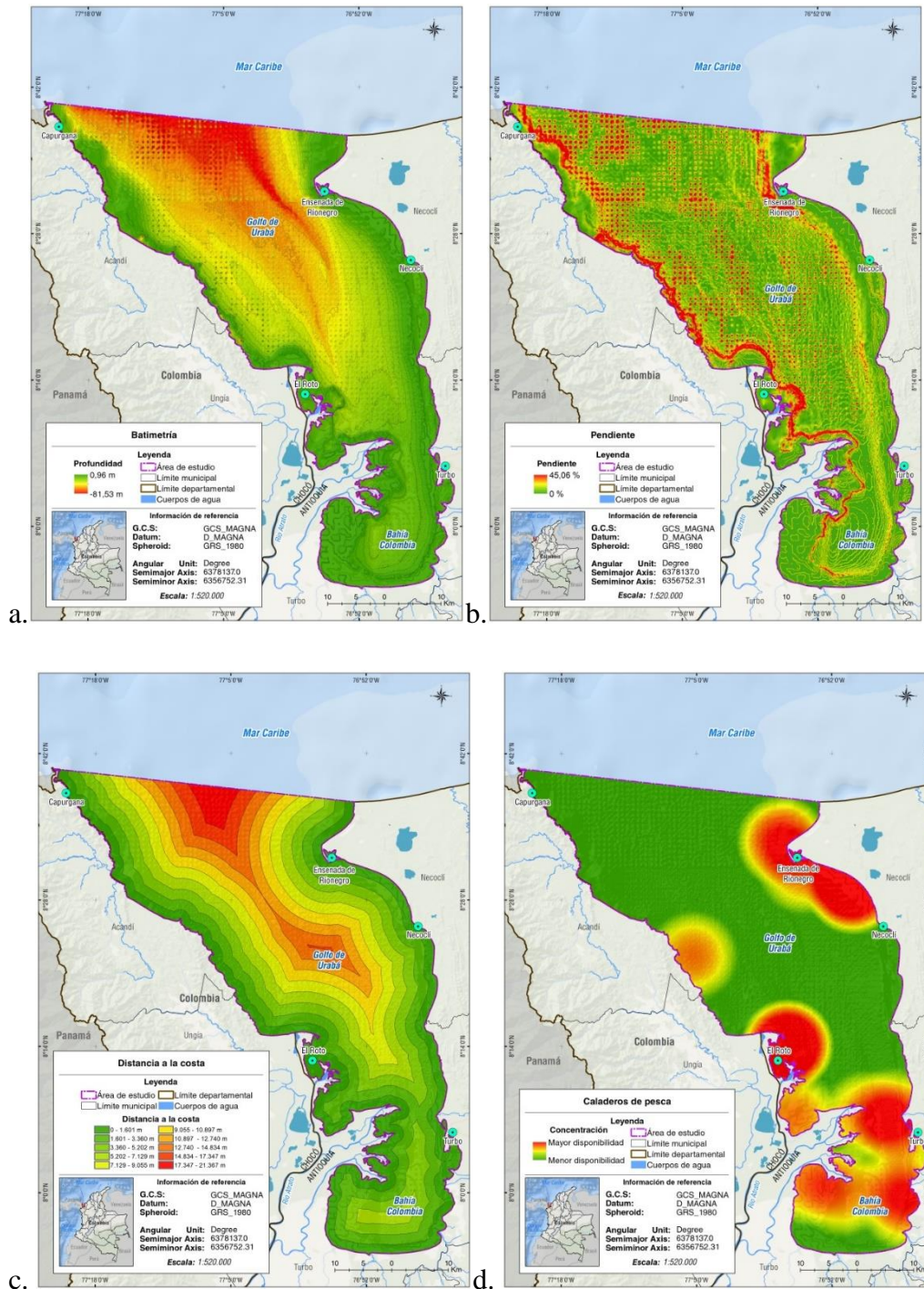


Figura 7. Capas utilizadas para modelos de uso de hábitat a. Batimetría, b. Pendiente c. Distancia a la costa y d. Disponibilidad de comida



Los modelos se evaluaron utilizando el área bajo la curva (AUC) en términos de sensibilidad frente a 1-especificidad, es decir, la proporción de ocurrencias observadas que el modelo predice correctamente frente a la proporción de ausencias observadas que son correctamente ausencias o “pseudoausencias” previstas por el modelo. El valor varía de 0 (menos de 0,5 para modelos que no tienen la capacidad predictiva) a 1 (modelos con capacidad predictiva perfecta) (Pearson, et al., 2007). Para explicar la distribución de especies, se realizó un análisis *Jackknife* con datos de entrenamiento y prueba y se obtuvieron los valores de contribución porcentual promedio de cada parámetro (Phillips & Dudik, 2008).

2.2.5. Estimación de abundancia

Las aletas dorsales de los delfines pueden presentar cortes y marcas que permanecen en el tiempo debido a las bajas tasas de regeneración del tejido de la aleta dorsal, lo que posibilita la identificación individual a través de fotografías. Esta condición permite que para el estudio de las poblaciones de delfines se use la técnica denominada “*foto identificación*” en la aplicación de modelos de marca y recaptura que permite tomar datos de una forma mínimamente invasiva (Hammond, et al., 1999; Wilson, et al., 1999).

Para este estudio, en cada avistamiento fueron fotografiados todos los individuos de cada grupo, con una cámara profesional NIKON ® d5200 con lente AF-S VR 70-300 mm. Todas las fotografías se clasificaron según su calidad y la posición de las marcas para minimizar el error en la identificación (O'Brien, et al., 2009) (Figura 8, Figura 9).



EXCELENTE



BUENA



BAJA

Figura 8. Clasificación inicial de las fotografías recomendada (O'Brien, et al., 2009)

Se escogieron las fotos que mostraran la aleta dorsal completa, en posición perpendicular a la cámara y sin marcas de agua que enmascararan su perfil para crear un



catálogo de individuos marcados organizados por categorías, según la posición de las marcas (Figura 8 y Figura 9), en el programa DARWIN® (Digital Analysis and Recognition of Whale Images on a Network – por sus siglas en inglés) (Hammond, et al., 1999; Eckerd College, 2008; Uran & Restrepo, 2005). Algunas de las fotografías no fueron aceptadas por el programa, pero si las lesiones eran muy evidentes y se repetían durante el avistamiento y en el tiempo, se incluían en el catálogo. Se contaron los individuos marcados y no marcados de cada avistamiento y se discriminaron para los análisis.

El método de marca y recaptura se basa en el número de animales marcados y la proporción de encuentro de cada uno de ellos en cada unidad de muestreo. Asume que la primera fotografía de un individuo es la “captura” y si es registrado de nuevo, se dice que el animal es “recapturado”. A partir de esta premisa se crea una matriz que contiene el histórico de capturas o “historia de encuentros” de cada individuo, en la que 1 denota la captura o recaptura y 0 la ausencia del individuo en cada muestreo. Con esta matriz es posible calcular, entre otros, el tamaño de la población, la tasa de sobrevivencia y los patrones de desplazamiento (Pollock, et al., 1990).

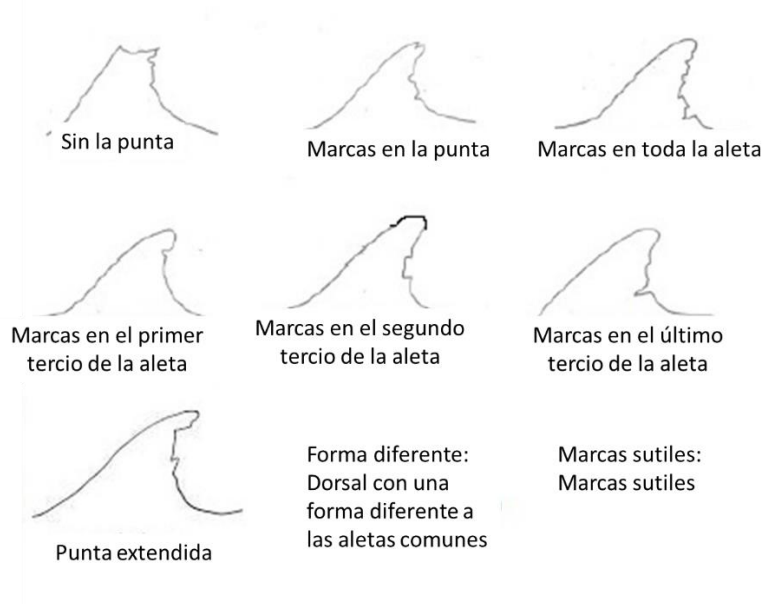


Figura 9. Clasificación de las fotografías según la posición de las marcas, tomado y modificado del programa DARWIN®



Para inferir el tamaño de la población a partir de los datos, se hacen una serie de suposiciones sobre qué tan representativa es la muestra de la población y cómo funciona el método de estimación en la práctica. La solidez de cualquier estimación depende de qué tan bien se cumplan los supuestos del método. Por lo tanto, es extremadamente importante conocer las suposiciones hechas por un método en particular y comprender las implicaciones de su violación. El nivel de sesgo aceptable en una estimación también debe considerarse en el contexto de su precisión. Equilibrar el sesgo y la precisión, para hacer un uso eficiente de los recursos y así lograr la mejor respuesta a la pregunta planteada es parte fundamental de la estimación de la abundancia (Cooch & White, 2019).

Para determinar los parámetros de las poblaciones se usó el programa Mark® por ser una herramienta flexible, robusta y compatible con la *interface* de Windows. Mark ® considera en los análisis de marca y recaptura la probabilidad de que un individuo sea recapturado (p) y la probabilidad de que el individuo haya muerto o migrado del área de estudio (ϕ) derivando cuatro posibles escenarios en cada evento de recaptura, generando estimativas asintóticamente no tendenciosas, distribuidas normalmente y con varianzas mínimas (Cooch & White, 2019).

Los modelos de marca y recaptura consideran los aspectos biológicos de las especies, la dinámica de las poblaciones, y los periodos de observación: Una población se considera cerrada, cuando su tamaño no cambia durante el periodo de estudio. Por lo tanto, los modelos de marca y recaptura para estas poblaciones no admiten pérdidas por muertes, migración o ingreso de individuos por nacimientos o migración. Por otro lado, los modelos para poblaciones abiertas, como los usados en este estudio, consideran varios momentos de muestreo, en los que se identifican nuevos individuos. Las colectas de datos están separadas por intervalos de tiempo en los que la población puede cambiar como resultado de procesos de reproducción, inmigración, emigración o muerte (Schwarz & Arnason, 2019).

En este estudio se escogió la modelación POPAN para poblaciones abierta en el programa MARK® derivada del modelo *Jolly-Seber* (JS) (Jolly, 1965; Seber, 1965) con los siguientes supuestos: 1) Las marcas no se pierden durante el estudio; 2) las marcas se reconocen en las recapturas ; 3) los individuos son liberados inmediatamente después de ser



marcados; 4) los intervalos entre los muestreos son más largos que la duración de una colecta de datos, por tanto las muestras pueden considerarse instantáneas; (5) homogeneidad en las capturas, es decir, todos los individuos observados durante una muestra, tienen la misma probabilidad de sobrevivencia hasta la siguiente toma de datos; (6) el área de estudio no varía. El modelo permite calcular la sobrevivencia relativa o probabilidad de captura, la abundancia y las tasas de reclutamiento (Schwarz & Arnason, 2019)(Figura 10).

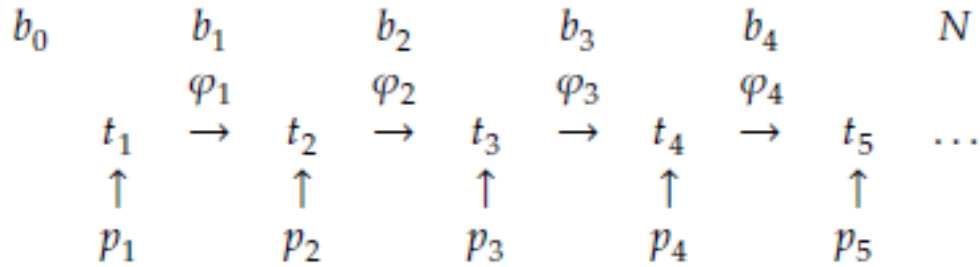


Figura 10. Parametrización del modelo Popan del experimento Jolly-Seber (JS). p_i representa la probabilidad de captura en cada colecta; ϕ_i representa la probabilidad de sobrevivencia de los animales entre i y $i+1$; y b_i representa la probabilidad de que un animal de la superpoblación N entre a la población muestreada entre i y $i + 1$ y sobreviva hasta la siguiente colecta de datos $i + 1$. Tomado de: Schwarz & Arnason, 2019.

Los parámetros poblacionales estimados por los modelos POPAN fueron: abundancia (N); supervivencia aparente (Φ); probabilidades de captura por período P ; y probabilidad de entrada de los individuos de la superpoblación en la población muestreada entre los eventos de muestreo ($pent$). Debido a la baja tasa de encuentro, se obtuvieron seis períodos (P) para el Delfín de guayana y cinco para el delfín mular. Los períodos entre los avistamientos variaron de 1 a 5 meses para el Delfín de guayana y de 1 día a 18 meses para el delfín mular. Los modelos no discriminaron sexo o grupo de edad. Se probaron ocho modelos para cada especie considerando todas las combinaciones posibles con la probabilidad de entrada ($pent$), probabilidad de encuentro (p) y supervivencia (ϕ) y su naturaleza como constante o variable. Como la suma de la probabilidad de entrada tiene que ser uno, se utilizó la función de enlace específica del parámetro y para especificar que un conjunto de parámetros debe sumar 1 y como es solo un grupo, se utilizó la función de enlace *Logit multinomial* uno ($Mlogit$ 1) para $pent$. Para ϕ y p se utilizó la función Sin y para N , función Logit. El modelo que mejor se ajustaba a los datos se eligió con base en el valor más bajo del Criterio de Información de



Akaike (AIC), el valor delta de AIC y en el peso de AIC (Anderson, 1994; Burnham, 2002). Para evaluar si los modelos cumplían los supuestos, se utilizaron pruebas de bondad de ajuste (GOD) y se aplicaron TEST 2 y TEST 3 para examinar los supuestos de igual probabilidad de captura y supervivencia. El análisis se realizó con el programa *RELEASE* incluido en Mark (Cooch & White, 2019).

Las estimaciones de abundancia obtenidas de los modelos de diseño reflejan solo la porción de la población con individuos identificables. Así se calculó el tamaño total de la población dividiendo la estimación de población proporcionada por estos modelos (N) por la proporción de individuos identificables (θ) en los grupos encontrados. La proporción de individuos identificables se estimó como el número de individuos con marcas reconocibles dividido por el número total de individuos observados en cada encuentro, promediado sobre todos los encuentros (Silva, et al., 2009)

$$\hat{N} = \frac{N}{\theta}$$

La varianza de esta estimación corregida se calculó con la fórmula θ (Wilson, et al., 1999):

$$Var(\hat{N}_{total}) = \hat{N}_{total}^2 \left(\frac{var(\hat{N})}{\hat{N}^2} + \frac{1 - \hat{\theta}}{n\hat{\theta}} \right)$$

Donde \hat{N} es el tamaño total estimado total de la población, \hat{N} es la estimación de marca-recaptura del número de animales con marcas de larga duración, y $\hat{\theta}$ = proporción estimada de animales con marcas de larga duración en la población.

2.3 Resultados y discusión

Se realizaron 34 recorridos con un esfuerzo de 3658,33 km y 176,69 horas. Fueron registrados 32 grupos de delfines en 15,4 horas de avistamiento efectivo y una tasa de encuentro de 8,71% (Tabla 3). En 2017 sólo se registraron delfines mulares, en 2018 un grupo de delfines de las guyanas, en 2019, 24 grupos (17 de *S. guianensis* y cinco de *T. truncatus*,



uno de delfines moteados del Atlántico y uno de otros delfínidos). En el 2020, tres grupos (dos de delfines de las guyanas y uno de delfines mulares) (Tabla 3). En una ocasión, las dos especies fueron avistadas simultáneamente, pero no se observó interacción entre ellas.

Se analizaron un total de 2126 fotografías, el 38,8% (825) de ellas se consideraron buenas y excelentes para identificar individuos. En total, se identificaron 44 individuos de las dos especies.

Tabla 3. Registros de avistamientos.

| Año | Mes | Duración | Especie | No individuos | Presencia de crías | Comportamiento |
|------|------------|----------|---------------------------|---------------|--------------------|----------------|
| 2017 | Junio | 1:17 | <i>Tursiops truncatus</i> | 20 | sí | Alimentación |
| 2017 | Junio | 1:37 | <i>Tursiops truncatus</i> | 35 | sí | Alimentación |
| 2017 | Octubre | 0:05 | <i>Tursiops truncatus</i> | 7 | sí | Alimentación |
| 2017 | Noviembre | 0:21 | <i>Tursiops truncatus</i> | 3 | sí | Desplazamiento |
| 2018 | Septiembre | 0:26 | <i>Sotalia guianensis</i> | 18 | sí | Alimentación |
| 2019 | Marzo | 0:16 | <i>Sotalia guianensis</i> | 7 | sí | Alimentación |
| 2019 | Marzo | 0:13 | <i>Sotalia guianensis</i> | 4 | NR | Alimentación |
| 2019 | Marzo | 0:14 | <i>Sotalia guianensis</i> | 13 | Sí | Desplazamiento |
| 2019 | Marzo | 0:05 | <i>Sotalia guianensis</i> | 4 | NR | Desplazamiento |
| 2019 | Marzo | 0:04 | <i>Sotalia guianensis</i> | 15 | Sí | Alimentación |
| 2019 | Abril | 0:14 | <i>Sotalia guianensis</i> | 10 | NR | Desplazamiento |
| 2019 | Mayo | 0:37 | <i>Tursiops truncatus</i> | 6 | sí | Alimentación |
| 2019 | Mayo | 0:35 | <i>Tursiops truncatus</i> | 15 | sí | Alimentación |
| 2019 | Mayo | 0:17 | <i>Tursiops truncatus</i> | 18 | sí | Alimentación |
| 2019 | Mayo | 0:32 | <i>Tursiops truncatus</i> | 20 | sí | Alimentación |
| 2019 | Junio | 0:06 | <i>Tursiops truncatus</i> | 3 | no | Alimentación |
| 2019 | Agosto | 0:26 | <i>Sotalia guianensis</i> | 11 | sí | Alimentación |
| 2019 | Agosto | 0:38 | <i>Sotalia guianensis</i> | 22 | sí | Desplazamiento |
| 2019 | Septiembre | 0:44 | <i>Sotalia guianensis</i> | 15 | sí | Alimentación |
| 2019 | Septiembre | 0:29 | <i>Sotalia guianensis</i> | 20 | sí | Desplazamiento |
| 2019 | Septiembre | 0:34 | <i>Sotalia guianensis</i> | 13 | sí | Juego |
| 2019 | Septiembre | 0:52 | <i>Sotalia guianensis</i> | 23 | sí | Alimentación |
| 2019 | Septiembre | 0:27 | <i>Sotalia guianensis</i> | 18 | sí | Alimentación |
| 2019 | Octubre | 0:02 | <i>Delphinidae</i> | 3 | NR | Desplazamiento |
| 2019 | Octubre | 0:40 | <i>Sotalia guianensis</i> | 18 | sí | Alimentación |
| 2019 | Octubre | 0:22 | <i>Stenella frontalis</i> | 11 | sí | Alimentación |
| 2019 | Noviembre | 1:10 | <i>Sotalia guianensis</i> | 26 | sí | Alimentación |
| 2019 | Noviembre | 0:05 | <i>Sotalia guianensis</i> | 2 | no | Desplazamiento |
| 2019 | Noviembre | 0:49 | <i>Sotalia guianensis</i> | 9 | sí | Alimentación |



| Año | Mes | Duración | Especie | No individuos | Presencia de crías | Comportamiento |
|------|-------|----------|---------------------------|---------------|--------------------|----------------|
| 2020 | Marzo | 0:07 | <i>Tursiops truncatus</i> | 1 | no | Desplazamiento |
| 2020 | Marzo | 0:31 | <i>Sotalia guianensis</i> | 11 | sí | Alimentación |
| 2020 | Marzo | 0:29 | <i>Sotalia guianensis</i> | 10 | sí | Desplazamiento |

2.3.1 Delfín de guayana - *Sotalia guianensis*

Durante los recorridos se registraron 20 avistamientos para esta especie, en 9,26 horas de avistamiento efectivo, es decir una tasa de encuentro de 5,24%. En cada avistamiento, se observaron de uno a cuatro grupos compuestos de 2 a 26 individuos ($\bar{X} = 12,3 \pm 6,95$). En el 80% de los avistamientos ($n = 16$) se realizó el registro de crías (entre 1 y 6). Los grupos realizaban tres comportamientos principales: desplazamiento (60%), alimentación (35%) y socialización (5%). No se registraron individuos en reposo o *milling*.

El tamaño de los grupos de *S. guianensis* parece ser el resultado de varios factores combinados dentro de los que se incluye el tamaño de la población, la distribución de presas, el riesgo de depredación, la abundancia, las características del ambiente como el fondo y la topografía entre otros (Tardin, et al., 2013; Bazzalo, 2016). En las bahías y estuarios del sur de Brasil este parámetro se ha registrado con gran variación: en la bahía de Guanabara entre 1 – 40 individuos y un promedio de individuos de trece por grupo (Azevedo, et al., 2005). En el Complejo Estuarino de Paranaguá, un promedio de 11 individuos y un tamaño máximo de 90 (Santos, et al., 2010). En Bahía Norte, el tamaño del grupo varió de 1 a 59 individuos con un tamaño medio de grupo de 29 individuos. En la Bahía de Sepetiba los grupos tuvieron un promedio de 16 pero el tamaño máximo superaba los 50 individuos (Nery, et al., 2008). En la Bahía de Ilha Grande, también al sur de Brasil, se han registrado grupos de más de 1000 individuos (Tardin, et al., 2011). Por otra parte, en el golfo de Maracaibo, en Venezuela se observaron grupos entre 1 y 80 individuos con promedio de 6,4 (Espinoza Rodríguez, et al., 2019) y para la población en el territorio colombiano más cercana a Urabá, en el golfo de Morrosquillo se han registrado grupos hasta de 60 individuos con un promedio de 9 (Dussan-Duque, 2013).

Los grupos más grandes (más de 200 individuos) parecen asociarse a mayores profundidades y en el comportamiento de desplazamiento hacia aguas abiertas, que parece



ser una estrategia para protegerse de los depredadores (Tardín, et al., 2013). En aguas protegidas se han registrado tamaños de grupo grandes durante la alimentación y la socialización, pero por lo general, no superan los 100 individuos (Daura-Jorge, et al., 2005; Nery, et al., 2008). El tamaño de grupo también parece asociarse con las estrategias de pesca colaborativa y con las sociedades de "fusión-fisión" en donde el tamaño de los grupos varía según las necesidades de los individuos (Wilson, et al., 1999). Los tamaños de grupo de los datos de este estudio coinciden con los registrados en áreas costeras resguardadas y con presencia de mangle.



Figura 11. Avistamiento de grupo de *Sotalia guianensis* desplazándose por el golfo de Urabá. Foto: Camila Rosso

Esta especie pasa la mayor parte del día alimentándose o buscando alimento (Geise, et al., 1999; Lodi, 2003; Garcia & Trujillo, 2004; Santos, 2004). En este estudio, no fueron observados los comportamientos de descanso o “milling” que por lo general representan menos del 5% de los registros en estudios de comportamiento para *S. guianensis* (Edwards & Schnell, 2001; Bazzalo, 2016). La ausencia de registros puede estar relacionada con el hecho de que esta actividad sea más frecuente en la noche (Daura-Jorge, et al., 2005), que utilicen otras áreas o con que no se hayan detectado debido a la naturaleza evasiva de los delfines del golfo (Azevedo, et al., 2007).



Todos los avistamientos de esta especie fueron considerados para el análisis de distribución y uso del hábitat, pero solo 11 para estimar los parámetros poblacionales de abundancia y asociados, debido a los comportamientos esquivos exhibidos por los delfines en presencia de botes que interferían con la toma de fotografías de buena calidad. Los avistamientos de un mismo día se asociaron en una sola muestra para los modelos de abundancia (Tabla 3, Figura 11).

2.3.1.1 Distribución y uso de hábitat

Los análisis de Kernel revelaron que los delfines no usan el área de forma homogénea. La distribución de *S. guianensis* se asoció con la desembocadura del río Atrato, especialmente en los sectores del Roto, Margaritas y Tarena correspondiente al 2,18% del área total de estudio, es decir, 65,26 Km² (Figura 12). Esta área es interpretada en este estudio como el *área vital*, es decir, donde los animales llevan a cabo sus actividades básicas, como pueden ser alimentación, cuidado de crías y reproducción (Sampaio Duarte, 2014), que difieren de las *áreas de uso*, que son más extensas e incluyen desplazamientos para reproducción y alimentación y requieren de un estudio más amplio en términos de tiempo, y registros de seguimiento individual (Burt, 1943). Sin embargo, es importante considerar que estas áreas no son estáticas y pueden variar espacial y temporalmente (Sillero, et al., 2020).

El tamaño de las áreas vitales es similar a las calculadas en otras regiones: En la región más austral de la distribución, Bahía Grande, en el estado de Santa Catarina, Brasil, el área de uso de la especie fue en 62,05 km² (Bazzalo, 2016) y en Babitonga, también en el estado de Santa Catarina, 87,01 km² (Cremer, 2000). En la bahía de Guanabara, Río de Janeiro 136,9 km² (Azevedo, et al., 2007). Estas extensiones de mayor frecuencia de uso, parecen asociarse con la gran fidelidad a las áreas que se ha descrito para esta especie (Flores & Da Silva, 2009; Flach, et al., 2008; da Silva, et al., 2010; Domit, et al., 2016).



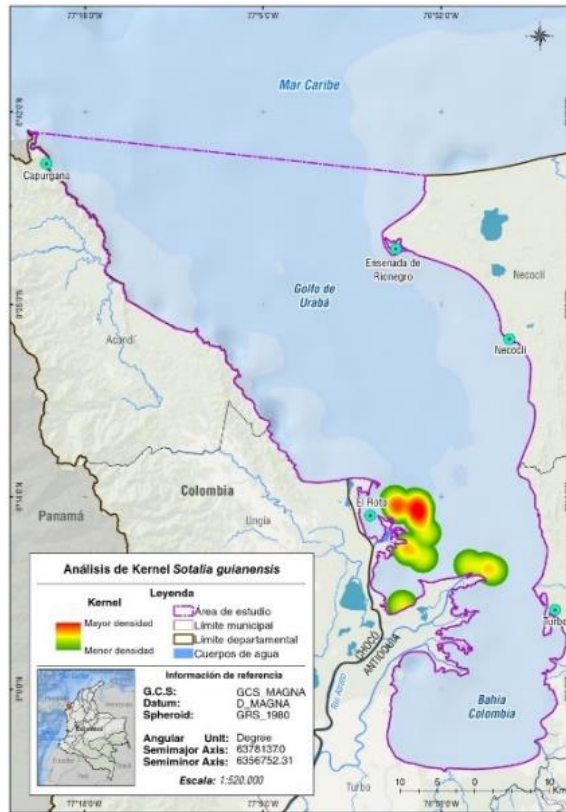


Figura 12. Modelo de distribución por el análisis de Kernel para *Sotalia guianensis* en el golfo de Urabá

El modelo de idoneidad de hábitat mostró un desempeño efectivo. El Área Bajo la Curva (AUC) fue de 0,96 (Figura 13). La distancia a la costa, presentó la mayor participación en la explicación de la distribución de la población (58,5%), la pendiente fue el parámetro con menor efecto en la explicación de su uso del hábitat (3,2%), la profundidad tuvo una importancia permutada de 16% y las áreas de pesca 22,2%. Se evidenció la preferencia por los hábitats costeros, con distancias entre 400 m y 4 km de la costa, aguas poco profundas entre 2 y 20 m de profundidad, pendientes marcadas y correlación con las áreas de pesca (Figura 14). El modelo mostró una fuerte preferencia de la especie por el sector central del golfo, en la desembocadura del río Atrato coincidiendo con los registros y análisis de distribución de Kernel (Figura 12, Figura 14).



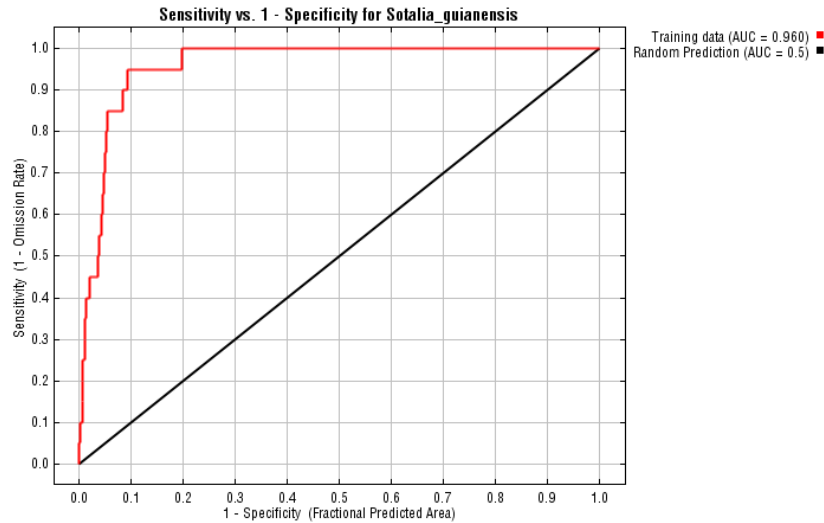


Figura 13. Curva de curva de la característica de funcionamiento del receptor (ROC) del modelo de MaxEnt para *Sotalia guianensis*, evidenciando la sensibilidad del modelo

La selección de un hábitat idóneo depende de una combinación de factores físicos y bióticos. Uno de los modelos más aceptados es la selección del ambiente óptimo, que supone que dentro de una variedad de hábitats disponibles, los individuos seleccionan los que les permiten mayor eficiencia en el uso de la energía y donde son posibles la reproducción y la sobrevivencia (Macarthur & Pianka, 1966). En este estudio, las variables de la distancia a la costa que facilitan la sobrevivencia, la protección y la disponibilidad de alimento, parecen determinar esta selección, así como sucede en otras áreas de su distribución (Edwards & Schnell, 2001; Lodi, 2003; Azevedo, et al., 2007; Bazzalo, 2016; Bonin, et al., 2017).

El modelo reveló que, además de las desembocaduras del Atrato, algunas regiones costeras de la porción norte del Golfo cumplen con las características de profundidad, distancia a la costa, pendiente y disponibilidad de presas idóneas para la especie. Una de ellas, en el costado oriental, está asociado con el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) “Ensenada de Río Negro, los Bajos Aledaños, las Ciénagas de Marimonda y El Salado” en el municipio de Necoclí y en el costado occidental con la región de San Francisco en el municipio de Acandí (Figura 13).



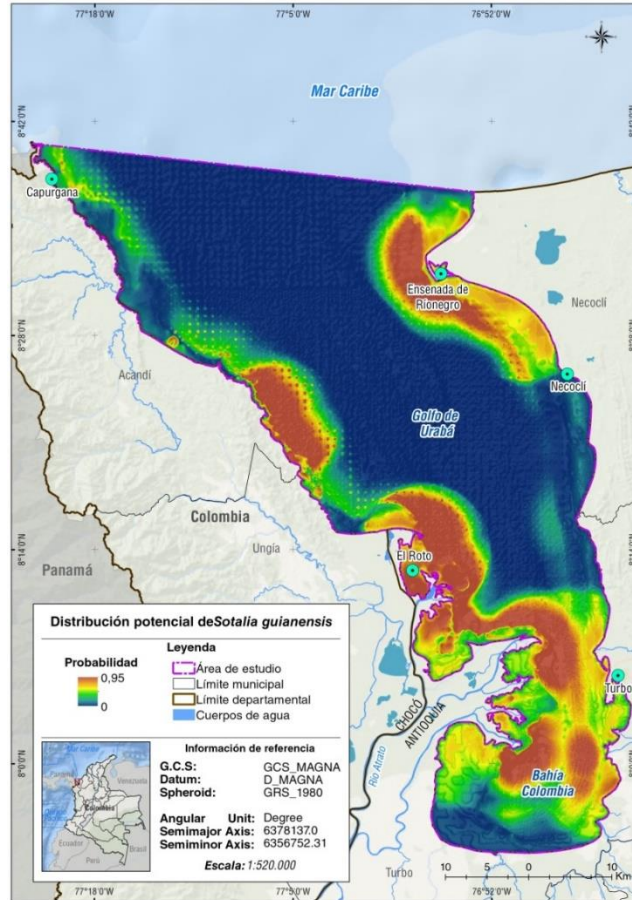


Figura 14. Modelo de preferencia de hábitat para *Sotalia guianensis* en el golfo de Urabá. El rojo, representa las áreas con mayor probabilidad de uso por parte de la especie

Las zonas costeras poco profundas como El Roto y el DRMI Ensenada de Río Negro, los bajos aledaños, las ciénagas de Marimonda y El Salado, protegidas del viento y el oleaje y cercanas a fuentes de alimento presentan un escenario ideal para las actividades de alimentación, cuidado parental y entrenamiento de juveniles para los delfines (Azevedo, et al., 2007; Nery, et al., 2008; Tardin, et al., 2020). Los fondos arenosos adyacentes a los manglares, que abundan en estos dos sectores, promueven las actividades de forrajeo; la batimetría inclinada puede facilitar algunas de las estrategias de alimentación de los delfines al mismo tiempo que se ahorra energía que incluyen acorrallar a los peces usando el borde de la plataforma (Bonin, et al., 2017; Pivari, et al., 2020). Además, El Roto aporta aproximadamente el 65% del total de la descarga del río Atrato (Velasquez Montoya, 2013) y se han registrado las capturas más grandes y los valores más altos de biodiversidad de peces



para todo el golfo (Leal Flórez, et al., 2017) lo que parece indicar que se asegura la oferta alimenticia para los delfines.

2.3.1.2 Abundancia y parámetros de la población de *S. guianensis*

A partir de 1449 fotografías de delfines de las guyanas, se identificaron 26 individuos, de los cuales el 46% fueron capturados más de tres veces (Tabla 4). El número de capturas y recapturas acumulado se presenta en la Figura 15.

Tabla 4. Individuos identificados de *S. guianensis* durante las colectas para este estudio. Se agruparon los avistamientos de cada día de observación para los análisis de abundancia

| Individuo/Fecha | 21/03/2019 | 08/08/2019 | 25/09/2019 | 16/10/2019 | 14/11/2019 | 05/03/2020 |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| CR017S | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| CR018S | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CR019S | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR020S | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR021S | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| CR022S | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR023S | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| CR024S | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| CR025S | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| CR028S | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| CR029S | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CR030S | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| CR031S | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| CR032S | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR033S | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| CR034S | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CR035S | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR036S | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR037S | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| CR038S | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR039S | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR040S | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CR041S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| CR042S | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| CR043S | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR044S | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |



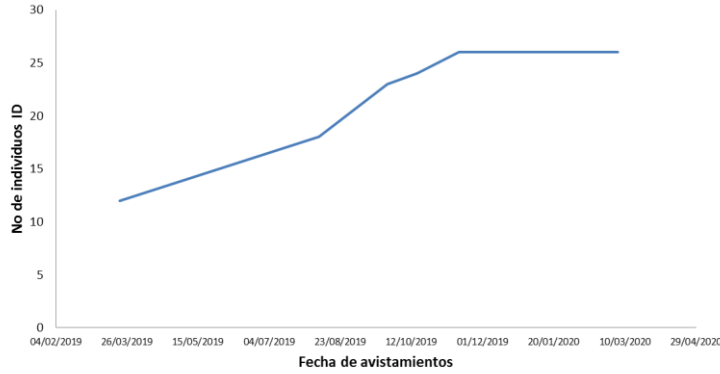


Figura 15. Curva acumulada de individuos identificados por día de muestreo con avistamientos

Se corrieron ocho modelos en el programa Mark (Tabla 5). En el modelo que mejor se ajustó a los datos, la probabilidad de encuentro y la probabilidad de entrada a la población varían en el tiempo y sobrevivencia es constante. La sobrevivencia tuvo valor de 1,00, la probabilidad de encuentro varió entre 0.08 y 0.7, y la probabilidad de entrada varió de 0.39×10^{-390} a 0.39. La abundancia estimada fue 26.18 (SE = 1.05, CI = 26-33) (Tabla 4), y la abundancia corregida fue 63 (CV = 9,42%, 95%, CI = 53-76) individuos (

Tabla 7). Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste (GOF) ($X^2=4,7$; $df=9$; $p\text{-level}= 0,86$) mostraron que no se violaron los supuestos de igual probabilidad de captura y supervivencia, y el valor de $\hat{c}=0,52$, confirmó que no hubo una dispersión excesiva de los datos.

Tabla 5. Detalles de los modelos para la especie *Sotalia guianensis* con la variación de la naturaleza constante (.) o variable (t) de probabilidad de supervivencia (ϕ), probabilidad de captura (p) y probabilidad de entrada de población (pent). Los modelos están en orden descendente del criterio de información Akaike (QAICc). En naranja el modelo que mejor se ajusta a los datos para esta especie

| Modelo | AICc | Delta AICc | AICc Weights | Model Likelihood | Num. Par | Desviación |
|---------------------------|----------|------------|--------------|------------------|----------|------------|
| { $\phi(t)p(.)pent(t)$ } | 155,78 | 0,00 | 0,98 | 1,0000 | 13 | -15,09 |
| { $\phi(.)p.(t)pent(t)$ } | 164,48 | 8,70 | 0,01 | 0,0129 | 12 | -3,27 |
| { $\phi(t)p.(t)pent(t)$ } | 166,78 | 10,99 | 0,00 | 0,0041 | 17 | -17,84 |
| { $\phi(.)p(t)pent(.)$ } | 172,38 | 16,59 | 0,00 | 0,0002 | 8 | 15,97 |
| { $\phi(.)p(.)pent(.)$ } | 17096,33 | 16940,55 | 0,00 | 0,0000 | 13 | 16925,4 |
| { $\phi(t)p.(t)pent(.)$ } | 17114,17 | 16958,38 | 0,00 | 0,0000 | 9 | 16955,08 |
| { $\phi(t)p(.)pent(.)$ } | 17123,37 | 16967,58 | 0,00 | 0,0000 | 8 | 1696,96 |
| { $\phi(.)p(.)pent(t)$ } | 17125,03 | 16969,25 | 0,00 | 0,0000 | 4 | 16978,50 |



Tabla 6. Parámetros del modelo $\{\phi(t)p(.)pent(t)\}$ para la especie *Sotalia guianensis*

| No | Parámetro | Beta | SE | No | Parámetro | Beta | SE | No | Parámetro | Beta | SE |
|----|-----------|------|-------|----|-----------|------|-------|----|-----------|-------|------|
| 1 | Phi | 1,00 | 0,00 | 6 | P | 0,65 | 0,05 | 11 | Pent | 0,00 | 0,00 |
| 2 | P | 0,77 | 13,27 | 7 | P | 0,08 | 10,17 | 12 | Pent | 0,00 | 0,00 |
| 3 | P | 0,35 | 0,10 | 8 | Pent | 0,39 | 0,00 | 13 | N | 26,18 | 1,06 |
| 4 | P | 0,70 | 0,11 | 9 | Pent | 0,00 | 0,10 | | | | |
| 5 | P | 0,30 | 0,09 | 10 | Pent | 0,02 | 0,10 | | | | |

Tabla 7. Valores de abundancia corregidos *S.guianensis* considerando el porcentaje de individuos no marcados por avistamiento N = tamaño poblacional según el modelo poblacional más ajustado, SE = Desviación estándar del modelo, CV (n) = Coeficiente de variación del datos del modelo, Theta = porcentaje promedio de individuos sin marcas registrados en los grupos, CV (Theta) = Coeficiente de variación de individuos planos entre avistamientos, N^ = tamaño poblacional corregido, CV (N^) = Coeficiente de variación de abundancia corregida, CI = Intervalos de confianza.

| N | SE | CV(n) | Theta | CV(Theta) | N^ | CV(N^) | CI |
|-------|------|-------|-------|-----------|----|--------|-------|
| 26,18 | 1,05 | 0,04 | 0,41 | 0,08 | 63 | 0,08 | 53-76 |

La técnica de marca y recaptura es un método eficiente para estimar variables poblacionales en casos con bajas tasas de encuentro (Cooch & White, 2019; Acuña, 2002; Azevedo, et al., 2003; Fruet, et al., 2015; Wells & Scott, 1990). Los cálculos presentados aquí deben tomarse como una alerta. En poblaciones silvestres de menos de cien individuos, las presiones antrópicas que causan estrés o afectan el *fitness* o bienestar de los individuos, la ocurrencia de eventos epizoóticos o ambientales extremos, pueden causar una disminución de un gran porcentaje de individuos y promover la extinción de la población (McCarthy & Thompson, 2001; Traill, et al., 2010).

En Brasil también han sido detectadas poblaciones pequeñas de Delfín de guayana: 156-380 en el estuario de Cananéia, Sao Paulo (Acuña, 2002); 57-124 en el estuario del río Caravelas, Bahía (Cantor, et al., 2012) y 65-80 en Benevete Bay, Espírito Santo (dos Santos Mamede, 2015). En Colombia, en una región más al norte de Urabá, conocida como bahía Cispatá, se ha estimado una abundancia de 230 individuos (Dussan-Duque, 2013).

En la bahía de Guanabara, Río de Janeiro se confirmó por primera vez, una disminución de un 37% en la población después de 15 años de estudios: En el año 2000 había 62 animales y en el 2005, 39 individuos. Esta situación parece relacionarse con la degradación ambiental de la bahía y con las amenazas crónicas que afectan a los individuos incluyendo la exposición a contaminantes inmunosupresores y disruptores endocrinos, el



tráfico intenso de embarcaciones, la contaminación acústica, enfermedades virales y capturas incidentales (Azevedo, et al., 2003; Azevedo, et al., 2009; Lailson-Brito, et al., 2010; Bittencourt, et al., 2014; Azevedo, et al., 2017).

Hasta ahora en Colombia, no se tiene información sobre la tendencia de las poblaciones de ninguna especie de delfín marino. Esta estimativa es el primer paso para continuar monitoreando los delfines del golfo de Urabá. *S. guianensis* que, debido a su tamaño, naturaleza costera y distribución limitada es una de las especies más vulnerables y susceptibles a sufrir impactos. Es urgente generar más información y crear instrumentos de protección y conservación a nivel local, regional y nacional.

2.3.1 Delfín Mular - *Tursiops truncatus*

Se registraron diez avistamientos de delfín mular en 2,2 horas efectivas de avistamiento es decir una tasa de encuentro de 1,2%. Se observaron de uno a tres grupos compuestos por de 1 a 35 individuos ($(\bar{X}) = 13 \pm 8,25$), en el 80% ($n = 8$) de los avistamientos se detectó la presencia de crías. Solo se observaron comportamientos de desplazamiento (80%) y alimentación (20%). Todos los avistamientos se consideraron para el análisis de distribución y uso del hábitat, pero solo se utilizaron seis para estimar los parámetros poblacionales debido a que muchos de los avistamientos fueron cortos y no fue posible un buen registro fotográfico. Los registros de un solo día se agruparon para los análisis de abundancia.

Los delfines mulares son una de las especies más estudiadas del mundo (Reeves, et al., 2008). Actualmente esta especie es el foco de debate taxonómico debido a que se han descrito dos morfotipos: uno costero, y otro oceánico (Wells & Scott, 2009). El tipo oceánico es más oscuro y la aleta dorsal tiene una forma más aguda y falciforme que el costero (Félix, et al., 2018; Simões-Lopes, et al., 2019). Se sabe que el tamaño de los grupos de *T. truncatus* está relacionado con la profundidad del agua (Wells, et al., 1987; Torres, et al., 2005) y la distancia a la que se encuentre de la costa (Toth, et al., 2012). En mar abierto, para disminuir la presión de los predadores y la distribución heterogénea de sus presas, forman grupos más grandes que en áreas costeras protegidas (Gygax, 2002). Las poblaciones costeras de delfines mulares tienen tamaños menores a 200 individuos y presentan altos grados de residencia



(Fruet, et al., 2001); las oceánicas, generalmente son más grandes, entre 200 – 1000 individuos, con menores grados de residencia (Read, et al., 2003). Los grupos observados aquí se ajustan a las descripciones del morfotipo costero. Sin embargo, hay otros factores que explican la variación de los grupos como la naturaleza de las sociedades fisión-fusión, en las que los individuos se unen y abandonan los grupos en un flujo continuo con duraciones que varían de minutos a años (Mann & Smuts, 1998; Ofteda, 1997).

2.3.2.1 Distribución y preferencia de hábitat

Los avistamientos de *T. truncatus* se concentraron en la región central y norte del golfo en los sectores de Punta de la Vaca, las desembocaduras del Atrato, Acandí y Capurganá abarcando una extensión de 310,76 Km² de área vital, el 10,43% del área estudiada (Figura 16).

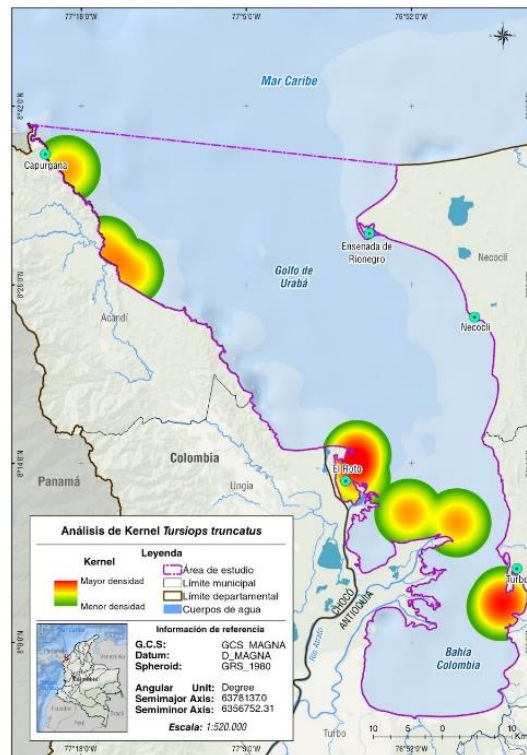


Figura 16. Modelo de distribución por el análisis de Kernel para *Tursiops truncatus* en el golfo de Urabá

Los cálculos de áreas vitales para esta especie en sistemas estuarinos por el análisis de Kernel son por lo general más pequeños como en el estuario de Sado en Portugal, donde se calcularon 105,7 km² (Sampaio Duarte, 2014) , en Veracruz, México, 129,2 Km²



(Martínez-Serrano, et al., 2011) y 125 km² en Sarasota, Florida (Connor, et al., 2000). Es posible que los delfines mulares del golfo de Urabá usen un área de mayor extensión, sin embargo, considerando los análisis de marca y recaptura que se describen en el siguiente numeral (2.3.2.2 Abundancia y parámetros de la población de *Tursiops truncatus*), los individuos capturados en la región norte del Golfo nunca fueron recapturados en el centro y sur y viceversa, lo que podría hacer pensar en una separación entre grupos o poblaciones con áreas vitales diferentes. La limitación en el número de grupos avistados no permite un análisis más profundo en este sentido.

El modelo de idoneidad de hábitat mostró un desempeño de 0,839 (Figura 17). La distancia a la costa tuvo una importancia permutada de 96,2%, cerca de la total explicación de la distribución de la población y la profundidad de 3,4%. La pendiente y la presencia de los caladeros participaron en menos de 0,3%. En la representación gráfica del modelo es evidente la preferencia por los hábitats costeros, hasta 4 km de la costa y aguas poco profundas hasta los 20 m de profundidad (Figura 18). Los sectores con mayor probabilidad de presencia para esta especie fueron El Roto y la costa frente al Municipio de Necoclí.

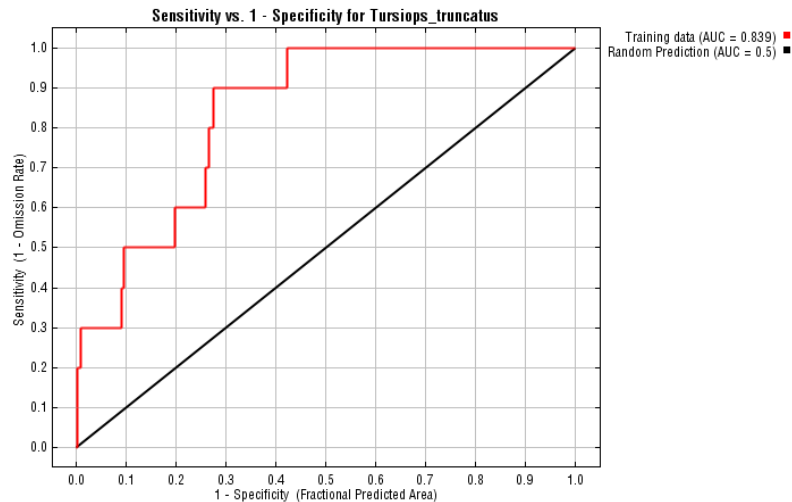


Figura 17. Curva de la característica de funcionamiento del receptor (ROC) del modelo de MaxEnt para *T. truncatus*, evidenciando la sensibilidad del modelo



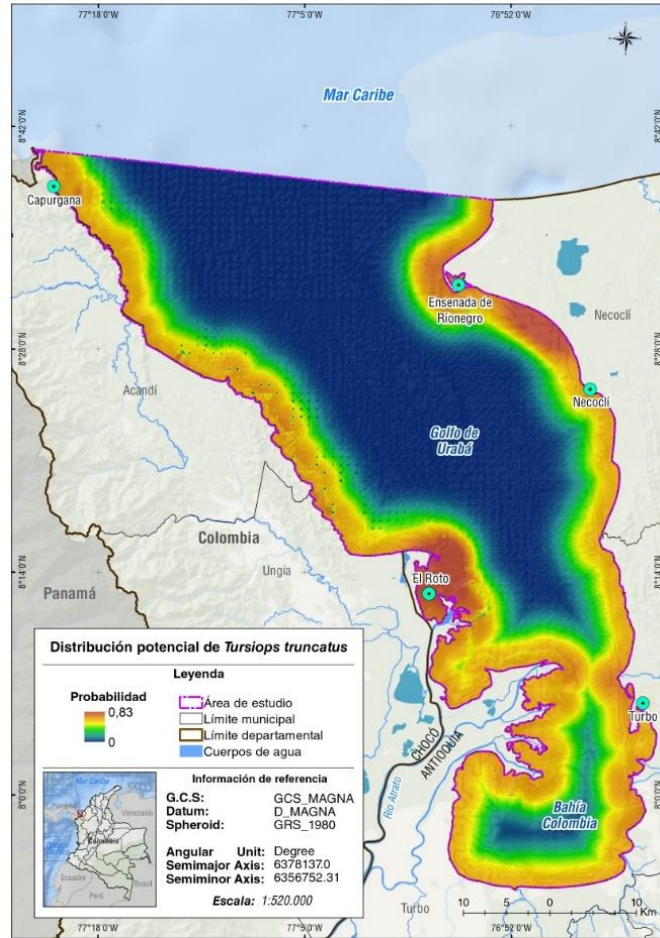


Figura 18. Modelo de idoneidad de hábitat para *Tursiops truncatus* en el golfo de Urabá. El rojo, representa las áreas con mayor probabilidad de uso por parte de la especie

La preferencia de aguas costeras ha sido documentada para esta especie como estrategia para evadir depredadores, como los tiburones, para proteger a las crías y para explorar diversas presas (Mann, et al., 2000). La profundidad y la distribución de presas se han descrito como los principales factores que determinan su presencia (Zolman, 2002; Cañadas, et al., 2002; Boer, et al., 2014) debido a que las bajas profundidades en estas zonas, son, por lo general, los lugares con mayor productividad biológica debido a la agregación de presas (Vermeulen, 2017)

La baja relación con los caladeros de pesca puede estar asociada al alto grado de plasticidad adaptabilidad en las técnicas de captura de alimento que ha sido documentada para esta especie ya que conforme el tipo de presa y hábitat se utilizan diferentes estrategias de caza (Lewis & Schroeder, 2003; Torres & Read, 2009), lo que los hace competentes para



colonizar diversos hábitats y capturar un amplio espectro de presas que no están directamente relacionadas con las especies comerciales de los caladeros en el golfo.

Los modelos de distribución e idoneidad de hábitat coinciden en la distribución preferente en el sector central del Golfo en la desembocadura del Atrato conocida como “El Roto” que presenta las mismas ventajas de oferta de alimento y refugio descritas para *S. guianensis*, pero presentan diferencias en el sector norte del golfo: la densidad de Kernel muestra mayores valores en el costado oeste (Figura 16), en el municipio de Chocó y la modelación de Máxima Entropía, en el costado este frente al municipio de Necoclí, aunque no excluye el sector occidental (Figura 18).

Las dos áreas son sustancialmente diferentes en términos morfológicos y oceanográficos. El costado oeste hace parte del Chocó biogeográfico, tiene pendientes marcadas en la plataforma continental, influencia oceánica que mantiene valores de salinidades altos durante todo el año, oleaje tipo *Swell* y fondos compuestos por corales, arenas gruesas y pastos marinos. Por su parte, las costas este están directamente influenciadas por el río Atrato que aporta, constantemente, sedimentos lodo-arenosos, bosques de manglar, el oleaje y las corrientes están gobernados por la acción combinada de los vientos locales y regionales, y tiene salinidades variables dependientes de los pulsos del río en las diferentes épocas climáticas. La influencia del Atrato, supera los límites del departamento de Necoclí en época de lluvia y sus aguas fertilizan la ensenada de Río Negro al norte del municipio (Aguilera, 1988; Blanco-Libreros & Londoño-Mesa, 2016; Garcia-Valencia, 2007).

Las dos costas se ajustan a las características analizadas de distancia a la costa y profundidad modelados en este estudio. Aunque el bajo número de avistamientos para esta especie no permitió un análisis robusto, es posible que ocurran movimientos estacionales dentro del Golfo liderados por condiciones ambientales que no fueron analizadas aquí.

2.3.2.2 Abundancia y parámetros de la población de *Tursiops truncatus*

A partir de 667 fotografías de delfines Mulares, se identificaron 18 individuos, de los cuales el 27% fueron capturados más de tres veces (Tabla 4). El número de capturas y recapturas acumulado se presenta en la Figura 19.



Tabla 8. Individuos identificados de *T. truncatus* durante las colectas para este estudio. Se agruparon los avistamientos de cada día de observación para los análisis de abundancia

| Individuo/Fecha | 05/06/2017 | 06/06/2017 | 17/10/2017 | 21/05/2019 | 05/06/2019 |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| CR001T | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR002T | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| CR003T | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR004T | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CR005T | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| CR006T | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR007T | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CR008T | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR009T | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| CR010T | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| CR011T | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| CR012T | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CR013T | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| CR014T | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CR015T | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CR016T | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| CR026T | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| CR027T | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

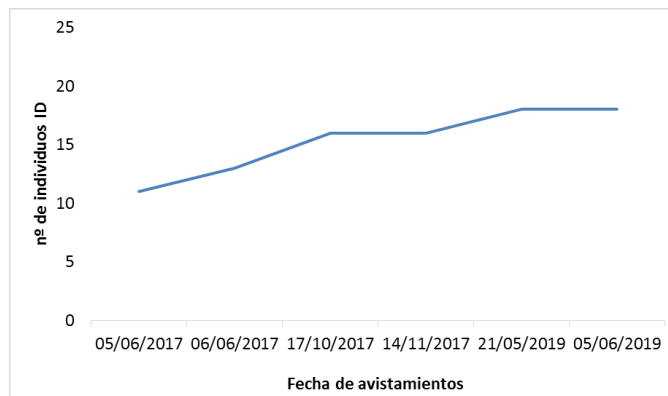


Figura 19. Curva acumulada de individuos identificados por día de muestreo con avistamientos de *T. truncatus*

Se corrieron ocho modelos en el programa Mark (Cooch & White, 2019). En el modelo que mejor se ajustó a los datos, la probabilidad de encuentro, la probabilidad de entrada y la sobrevivencia mostraron un comportamiento constante. La sobrevivencia tuvo valor de 0,98, la probabilidad de encuentro fue de 0,37 y la probabilidad de entrada de 0,47.



La abundancia estimada fue 19 individuos (SE = 1.02, CI = 17-21) (Tabla 4), y la abundancia corregida fue 50 (CV = 7.87% 95%, IC = 43 – 58) individuos (Tabla 10). Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste (GOF) ($X^2=3,82$; $df=3$; $p\text{-level}= 0,28$) mostraron que los supuestos de igual probabilidad de captura y de supervivencia no fueron erróneos, el valor $c^{\hat{}}=1,27$ exhibió una dispersión excesiva de datos.

Tabla 9. Detalles de los modelos para la especie *T. truncatus* con la variación de la naturaleza constante (.) o variable (t) de probabilidad de supervivencia (ϕ), probabilidad de captura (p) y probabilidad de entrada de población (pent). Los modelos están en orden descendente del criterio de información Akaike (QAICc). En naranja el modelo que mejor se ajusta a los datos para esta especie

| Modelo | AICc | Delta AICc | AICc Weights | Model Likelihood | Num. Par | Desviación |
|--|----------------|-------------|---------------|------------------|----------|---------------|
| {$\phi(\cdot)p(\cdot)pent(\cdot)$} | 89.9606 | 0.00 | 0.9743 | 1.0000 | 4 | 9.0172 |
| { $\phi(\cdot)p(\cdot)pent(t)$ } | 98.3140 | 8.35 | 0.0150 | 0.0154 | 11 | -8.3479 |
| { $\phi(\cdot)p(\cdot)pent(t)$ } | 99.1458 | 9.18 | 0.0099 | 0.0101 | 7 | 9.0172 |
| { $\phi(t)p(\cdot)pent(t)$ } | 104.0597 | 14.09 | 0.0009 | 0.0009 | 10 | 2.1217 |
| { $\phi(t)p(t)pent(t)$ } | 115.2550 | 25.29 | 0.0000 | 0.0000 | 14 | -8.9128 |
| { $\phi(t)p(\cdot)pent(\cdot)$ } | 14232.12 | 14142. 16 | 0.0000 | 0.0000 | 7 | 14141.99 |
| { $\phi(t)p(t)pent(\cdot)$ } | 14234.22 | 1444.26 | 0.0000 | 0.0000 | 11 | 14127.56 |
| { $\phi(\cdot)p(t)pent(\cdot)$ } | 14239.08 | 14149.13 | 0.0000 | 0.0000 | 11 | 14145.36 |

Tabla 10. Valores de abundancia corregidos *T. truncatus* considerando el porcentaje de individuos no marcados por avistamiento N = tamaño poblacional según el modelo poblacional más ajustado, SE = Desviación estándar del modelo, CV (n) = Coeficiente de variación del datos del modelo, Theta = porcentaje promedio de individuos sin marcas registrados en los grupos, CV (Theta) = Coeficiente de variación de individuos planos entre avistamientos, $N^{\hat{}}$ = tamaño poblacional corregido, CV ($N^{\hat{}}$) = Coeficiente de variación de abundancia corregida, CI = Intervalos de confianza.

| N | SE | CV(n) | Theta | CV(Theta) | \hat{N} | CV(\hat{N}) | CI |
|----|------|-------|-------|-----------|-----------|-----------------|-------|
| 19 | 0.00 | 0.00 | 0.38 | 0.08 | 50 | 0.08 | 43-58 |

Esta pequeña población costera coincide con otros valores calculados en estuarios del mundo: 58 individuos en Doubtful Sound, Nueva Zelanda (Williams, et al., 1993), 83 delfines en la Bahía de San Antonio, Argentina (Vermeulen & Cammareri, 2009), 50 a 59 individuos en la Laguna San Antonio en Brasil (Daura - Jorge, et al., 2013), 78 a 88 individuos en la Laguna de los Patos en Brasil (Fruet, et al., 2015) y 63 a 72 en Uruguay (Laporta, et al., 2016) (Tabla 11).



Tabla 11. Estimativas de abundancia de poblaciones pequeñas de *Tursiops truncatus* en diferentes lugares del mundo

| Lugar | Abundancia calculada | Extensión área de estudio | Esfuerzo en horas | Referencia |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Doubtful Sound, Nueva Zelanda | 58 | 114 Km ² | 55 días (no especifican horas/día) | Williams, et al., 1993 |
| Bahía de San Antonio, Argentina | 83 | No especifica | 714 tierra 83 embarcación | Vermeulen & Cammareri, 2009 |
| Laguna de San Antonio, Brasil | 50 - 59 | 300 Km ² | 144 | Daura - Jorge, et al., 2013 |
| Coronilla y Punta de Diablo, Uruguay | 63 - 72 | 50 Km ² | 90 | Laporta, et al., 2016 |
| Golfo de Uraba | 50 | 2980 km ² | 177 | Este trabajo |

El modelo de este estudio no cumple con el supuesto de homogeneidad de la muestra, probablemente por la distancia entre los avistamientos, las bajas tasas de encuentro y recaptura, el alto porcentaje de comportamiento de desplazamiento y como ya se mencionó, se detectó que los animales registrados en la región norte del estuario solo fueron identificados en ese sector y los de las regiones central y sur nunca fueron recapturados en el sector norte, lo que obliga a interpretar nuestros resultados con mucha cautela (Cooch & White, 2019; Tardín et al., 2014). Es urgente realizar nuevos estudios para alimentar los modelos.

2.4 Conclusiones

Este trabajo es el primer acercamiento a la dinámica de las poblaciones de delfines en el golfo de Urabá en términos de distribución, idoneidad de hábitat y abundancia. Los métodos y análisis aquí presentados se ajustan a las limitaciones de los datos, debidas especialmente a las bajas tasas de encuentro que se presentaron durante los recorridos.

Las áreas vitales identificadas *S. guianensis* y *T. truncatus* representan el 2,18% y el 10,43% del área estudiada, respectivamente, y comparten un área de 65 Km² en la desembocadura del río Atrato. Los hábitats idóneos para las dos especies corresponden a regiones costeras de hasta 4 km mar adentro y aguas poco profundas, hasta los 20 m de profundidad, ambas incluyen dentro de sus rangos de distribución la desembocadura del río Atrato que cumple con características que favorecen las actividades de alimentación, cuidado parental y entrenamiento de juveniles. El área con mayor número de registros y con un alto



porcentaje de probabilidad de presencia según el modelo de idoneidad de hábitat es “El Roto”, que aporta aproximadamente el 65% del total de la descarga del río Atrato y registra las capturas más grandes y los valores más altos de biodiversidad de peces del golfo.

Los datos de abundancia para las dos especies analizadas reflejan poblaciones de menos de 100 individuos y deben ser una alerta para iniciar monitoreos sistemáticos que alimenten modelos más robustos e incrementen la información. Los proyectos de desarrollo costero deben reconocer las poblaciones de delfines en el Golfo e incluir su monitoreo y protección en los planes de manejo para las actividades de construcción y operación.

Para estudios futuros, se recomienda desarrollar un programa de monitoreo sistemático en las áreas “El Roto” y “El Rotico” y en el lado occidental del Golfo desde la desembocadura del río Atrato hasta la Bahía Sapzurro (frontera con Panamá), para comprender mejor los patrones ecológicos de las especies y sus hábitats.

El área de “El Roto” ha demostrado ser un área clave de biodiversidad que debe ser declarada como área de especial interés ambiental y aplicar figuras de protección para garantizar la conservación, mantener la diversidad y la protección de los delfines en el Golfo de Urabá.



3. Amenazas actuales y riesgos potenciales para las poblaciones de cetáceos en el Golfo de Urabá y acciones para promover su conservación

3.1 Introducción

Las amenazas son factores de estrés, acciones o eventos que causan efectos dañinos sobre los individuos o las poblaciones. A nivel individual pueden generar cambios de comportamiento y/o distribución, enfermedades, problemas de salud, restricción física, lesión o muerte. A nivel de población pueden disminuir el éxito reproductivo, el flujo genético o el tamaño de la población. Los riesgos, son la posibilidad de experimentar estos efectos por la exposición a un factor de amenaza, son el resultado de Amenaza y Vulnerabilidad y dependen de las características de los organismos sobre los que actúan (Avila, et al., 2018).

La evaluación de riesgos es un componente esencial de la planificación espacial marina ya que proporciona información general para gestionar los múltiples usos del medio, ayuda a la generación de estrategias para minimizar los impactos ambientales y conciliar los conflictos entre usuarios (Pennino, et al., 2017). Los análisis deben identificar y analizar los peligros potenciales con información disponible; ser aplicables a diferentes grupos y ecosistemas; ser claros sobre los métodos, datos y supuestos utilizados, y ser fáciles de entender para las partes interesadas utilizando el conocimiento, la información y los datos existentes, dentro de límites realistas de tiempo y recursos (Hobday, et al., 2011; Scandol, et al., 2009; EPA, 1998).

Históricamente, las actividades antrópicas han impactado a los cetáceos. Las principales amenazas que ponen en riesgo su conservación son el mal uso de aparejos y sitios de pesca, el tráfico de embarcaciones, la industria de exploración y explotación de hidrocarburos, la caza, y la construcción y operación de puertos (Brown, et al., 2014; Brownell Jr., et al., 2019; Avila, et al., 2018).

La interacción con la pesca, a través de la captura incidental, especialmente en redes de enmalle sintéticas, es reconocida como una de las principales causas de la disminución de las poblaciones desde hace más de 50 años (Mitchell, 1975; Brownell Jr., et al., 2019; Rogan,



et al., 2021). Se han identificado más de 13 especies de cetáceos cuyas poblaciones están en peligro de extinción y que están amenazadas por la pesca incidental (Brownell Jr., et al., 2019). Un ejemplo emblemático de éste impacto es el caso de la Vaquita (*Phocena sinus*) cuya población en el Golfo de California, en México disminuyó de 567 (95% CI: 177–1073) en 1997 a menos de 19 individuos en 2019 debido a la pesca incidental de las pesquerías de camarón y elasmobranquios (Jaramillo-Legorreta AM, 2019).

El tráfico de embarcaciones genera perturbaciones. La presencia de barcos de manera general puede separar grupos, promover cambios en el comportamiento, en la velocidad de nado y en la frecuencia respiratoria generando estrés, especialmente cuando hay presencia de crías (Senigaglia, et al., 2016). Los motores fuera de borda, invaden el espacio y a causan lesiones a los cetáceos al presentarse colisiones entre estos y las embarcaciones (Waerebeek, et al., 2007; Avila, et al., 2015; Avila, et al., 2017). Adicionalmente, las embarcaciones motorizadas emiten un ruido subacuático continuo de banda ancha que puede cambiar el paisaje sonoro en el medio marino y afectar a los cetáceos conductual o fisiológicamente debido a que la supervivencia de éstos depende en gran medida de la producción y recepción del sonido (Birkun, 2002; Southall, 2005; Boyd, et al., 2010). Las consecuencias de la exposición a este ruido se reflejan en cambios de comportamiento, disminución de la disponibilidad de presas (Cope Mattson, et al., 2005), el enmascaramiento de los sonidos producidos para realizar funciones biológicas e interpretar el ambiente (Evans, et al., 1992; Hermannsen, et al., 2019; Oakleya, et al., 2017; Salgado, et al., 2012); daños físicos en el sistema auditivo o en los mecanismos de buceo de los animales, y en el abandono de las áreas de uso. La exposición prolongada al ruido también puede resultar en estrés crónico con efectos directos sobre la salud individual que se refleja en las poblaciones (Booth, et al., 2020).

Las actividades asociadas a la construcción y operación de los proyectos portuarios como el hincado de pilotes, el anclaje y construcción de muelles y plataformas marinas, las actividades de dragado, el aumento del tráfico marítimo y los vertimientos, además de deteriorar el hábitat, pueden dañar físicamente a los animales o causar daños temporales o permanentes en los umbrales auditivos (Todd, et al., 2015; Marley, et al., 2017; Graham, et al., 2019).



El Golfo de Urabá, es considerado uno de los lugares de alto riesgo en Colombia para las especies de mamíferos marinos (Avila & Giraldo, 2022), en él, el 85% (1911) de los pescadores artesanales pesca con redes de enmalle en 168 caladeros (AUNAP Y Fundación Humedales, 2012; Leal Flórez, et al., 2017); hay tráfico marino por la pesca artesanal, el transporte de pasajeros, cabotaje y buques de gran calado (DIMAR, 2018) y en el mediano y corto plazo, está prevista la construcción de tres terminales portuarias (ANLA, 2016; ANLA, 2017a; ANLA, 2017b).

De acuerdo con la información en las licencias otorgadas a estos tres puertos (Bahía Colombia, ubicado en la porción sur del Golfo; Pisisi, en la región oriental central frente a Turbo, y el Darien International Port, en la desembocadura oriental al norte del Golfo), habrá más de 15 hectáreas construidas en el medio marino, se intensificará el tráfico de embarcaciones de gran calado y por ende, de remolcadores y otras embarcaciones rápidas anexas, y habrá actividades periódicas de dragado en el lecho del estuario. Además, aumentará la población humana costera (ANLA, 2017a; ANLA, 2017b; ANLA, 2016) (Tabla 20 - 3.4 Información complementaria).

Las actividades humanas actúan de forma sinérgica afectando a las especies y poblaciones de cetáceos. La evaluación de los impactos acumulativos o sinérgicos, se usa para tener un entendimiento total de sus efectos en las poblaciones bióticas, y ayuda a definir e identificar las actividades antrópicas que generan mayor amenaza, y la extensión espacial que afectan. Esta información es de gran utilidad en la toma de medidas estratégicas y formulación de programas de monitoreo, y proporciona un mayor beneficio de conservación para un determinado lugar o especie (Halpern, et al., 2015).

En este capítulo se identifican los factores de amenaza actuales y potenciales para los cetáceos en Golfo de Urabá y la forma en que pueden afectar a las poblaciones de forma conjunta a través de un análisis de riesgo para determinar acciones de manejo y conservación.

3.2. Materiales y métodos

Un análisis de riesgos (ver terminología asociada en la Tabla 1) es un proceso que evalúa la probabilidad de que se produzcan efectos ecológicos adversos sobre un ecosistema, población o individuo como resultado de la exposición a uno o más factores estresantes



(amenazas). Se utiliza para evaluar y organizar sistemáticamente datos, información, supuestos e incertidumbres, y para ayudar a comprender y predecir las relaciones entre las amenazas y los efectos de éstas sobre agentes ecológicos que pueden ser especies, poblaciones o comunidades. Los cambios que a menudo se consideran indeseables son aquellos que alteran características o componentes estructurales o funcionales importantes de los ecosistemas y/o poblaciones y se miden en términos de intensidad y la escala espacial o temporal en la que actúen. El objetivo del análisis de riesgos es tomar decisiones que aseguren la protección y conservación del medio ambiente (EPA, 1998; Hobday, et al., 2011).

Para el análisis presentado en este capítulo, se tuvieron en cuenta los registros de distribución de cetáceos en el Golfo, se identificaron las actividades amenazantes que coocurren con las áreas de uso por parte de los cetáceos, y que potencialmente podrían generar estrés o efectos dañinos sobre los individuos o las poblaciones, y aquellas amenazas potenciales que pueden predecirse y que se espera afecten a las especies en un futuro cercano, considerando la perspectiva de desarrollo de las terminales portuarias que tienen licencias ambientales en la actualidad.

Tabla 12. Definiciones de términos utilizados en el análisis de riesgo (American Bureau of Shipping, 2020; Avila, et al., 2018)

| Término | Definición |
|-----------------------------|--|
| Análisis de riesgo | Evaluación de la probabilidad de que se produzcan efectos ecológicos adversos sobre un ecosistema, población o individuo como resultado de la exposición a amenazas |
| Actividad amenazante | Actividades antrópicas que pueden producir efectos adversos sobre un ecosistema, población o individuo |
| Amenaza | Condiciones, escenarios, situaciones, acciones o eventos dentro de las actividades antrópicas que conducen a una situación indeseable con efectos dañinos sobre un ecosistema, población o individuo |
| Efecto | Consecuencias derivadas de las amenazas sobre un ecosistema, población o individuo |
| Vulnerabilidad | Es la susceptibilidad de las poblaciones o individuos a verse afectados por los efectos de las amenazas |

3.2.2 Presencia y distribución de cetáceos

Para determinar la distribución de cetáceos se utilizaron dos fuentes de información: Primero, los registros (32) de presencia de las especies obtenidos entre 2017 y 2020 (ver Capítulo 2) y, en segundo lugar, datos provenientes de avistamientos oportunistas (57)



realizados por personal de la Armada Nacional, operadores turísticos, pescadores y otros actores, durante el desarrollo de actividades acuáticas en las aguas del Golfo (Ver Capítulo 4). Todos los registros utilizados para el análisis fueron respaldados por fotos o videos y verificados desde la fuente.

Con el total de los registros (89) se hicieron análisis espaciales de distribución utilizando la herramienta de análisis espacial de densidad Kernel (Zucchini, 2003) (Figura 23a).

Adicionalmente, considerando que, en los modelos de idoneidad de hábitat para las especies más frecuentes, *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus*, la distancia a la costa, presentó la mayor participación en la explicación de la distribución de la población 58,5% y 96,2% respectivamente (Ver Capítulo 2) se utilizó este parámetro para los análisis con la intención de incluir un factor de probabilidad de encuentro dentro de los modelos de riesgo.

3.2.1 Actividades humanas amenazantes para las poblaciones de cetáceos en el Golfo de Urabá

Con ayuda de literatura se identificaron las actividades que constituyen una amenaza para las especies, es decir, se reconoció el tipo de interacción negativa y los efectos potenciales de cada una de estas sobre las especies, en la actualidad y a futuro.

Para cada amenaza se calculó: i) La **extensión** espacial: el área que cubre en el Golfo, incluyendo la superposición de la amenaza con el área de distribución de las especies, según la capacidad fisiológica de percibirla (ej. Fuente de ruido incluyendo el lugar de origen y un radio considerando la distancia a la que los animales pueden detectar el sonido y ser afectados por él); ii) **duración**, en términos de tiempo de afectación sobre los animales y de si están expuestos puntual o crónicamente a esta; es decir si la amenaza ocurre en una actividad única o si está presente de forma continua; iii) **intensidad**, como la forma con la que los delfines se ven afectados en términos de cambios negativos perceptibles en el tiempo y en la capacidad de que esta afectación se escale a nivel fisiológico y afecte las poblaciones y el entorno. La intensidad se determinó basándose en estudios específicos para cada amenaza



(Bailey, et al., 2010; Bittencourt, et al., 2016; Brown, et al., 2014; Brownell Jr., et al., 2019; Evans, et al., 1992; Todd, et al., 2015; Salgado, et al., 2012; Martins, et al., 2016). A cada uno de estos atributos (extensión, duración e intensidad) se le asignó un puntaje entre 0 y 2 basándose en los criterios de clasificación de amenaza sugeridos por Normandeau (2015) (Tabla 13). Donde 0 corresponde a bajo impacto, 1 a medio impacto y 2 a alto impacto (Tabla 13. Criterios de calificación de la amenaza .Tabla 13).

Para el análisis, fueron consideradas como actividades amenazantes la pesca artesanal con redes de enmalle, el tráfico de embarcaciones pesqueras, turísticas y de transporte de carga (ej. de banano); y la infraestructura portuaria como amenaza potencial en el contexto del desarrollo local. Los criterios de selección de las actividades incluyeron, disponibilidad de información de la forma en la que las actividades se realizan en el Golfo de Urabá, y que existiera literatura científica relacionada con su ocurrencia y efecto, siguiendo los criterios sugeridos por Avila, et al. (2018): 1) Documentos científicos publicados en revistas científicas; 2) estudios publicados entre el 2000 y el 2022; y 3) documentos referidos a animales en vida libre y en su hábitat natural. Para cada actividad se creó una capa en ArcGIS Pro versión 2.7.1 ® donde se evidenciaba la extensión espacial del impacto. Posteriormente a través de análisis de densidad simétricos uni- o polimodales se crearon nuevas capas que incluían valores de duración e intensidad según la calificación de amenaza (Tabla 13).

Tabla 13. Criterios de calificación de la amenaza (Normandeau, 2015).

| CARACTERÍSTICA DE LA AMENAZA | BAJO IMPACTO | MEDIO IMPACTO | ALTO IMPACTO |
|---|--|--|--|
| Calificación | 0 | 1 | 2 |
| Extensión espacial (% del área de estudio impactada por la amenaza) | Localizado <10% del área total de estudio | Disperso o fragmentado 10-50% el área total de estudio | Extensivo. Gran porción del hábitat >50% el área total de estudio |
| Duración (Tiempo en el que los animales perciben el efecto) | Puntual Efecto de la amenaza es inmediato y puntual inmediateamente | Crónico Efecto de la amenaza permanece por medio término, entre 1 – 10 años | Crónico Efecto de la amenaza permanece en los animales a largo plazo >10 años |
| Intensidad de los efectos (Sensibilidad de los organismos y cambios liderados por la amenaza) | Cambios menores. Comportamientos evasivos y modificación en las respuestas respiratorias | Cambios sustanciales. Modificación en interacciones sociales, cambio de uso de algunas áreas | Cambios ecológicos mayores. Abandono del área, disminución en las tasas reproductivas, heridas, muerte |



Los modelos de riesgo para los tres escenarios fueron el resultado de la superposición y sumatoria de las capas, para representar los impactos ocurriendo de forma simultánea, se incluyeron las capas de presencia y distribución de cetáceos para revelar los impactos específicos sobre este grupo.

3.2.1.1 Datos de Pesca con redes de enmalle

Los datos de caladeros de pesca se obtuvieron a partir del mapa de Caladeros de pesca del Golfo de Urabá, del Convenio 001 de 2012 entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y la Fundación Humedales (Figura 20). La capa de análisis (densidad de caladeros) se construyó usando la herramienta *Kernel Density* del software ArcGIS Pro versión 2.7.1 (ArcGis, 2012). A partir del análisis de densidad de Kernel se crearon cuatro categorías de densidad como criterio de análisis para calcular la magnitud del riesgo.

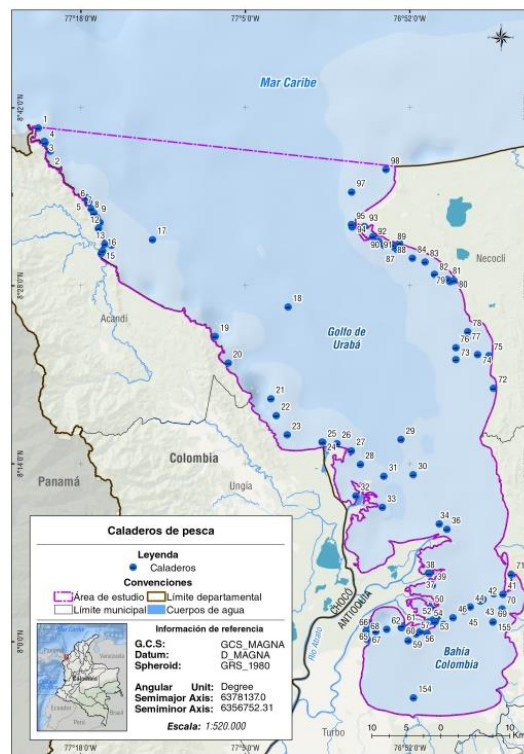


Figura 20. Mapa de Caladeros de pesca del Golfo de Urabá, del Convenio 001 de 2012 entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y la Fundación Humedales



3.2.1.2 Datos del Tráfico de embarcaciones

Para la evaluación de esta variable se consideraron las principales rutas de tránsito de tres tipos de embarcaciones: a) embarcaciones de pesca artesanal; b) transporte de pasajeros con fines turísticos; y c) transporte de carga, específicamente transporte comercial de banano en navíos de gran calado (Tabla 14, Figura 21, Tabla 14).

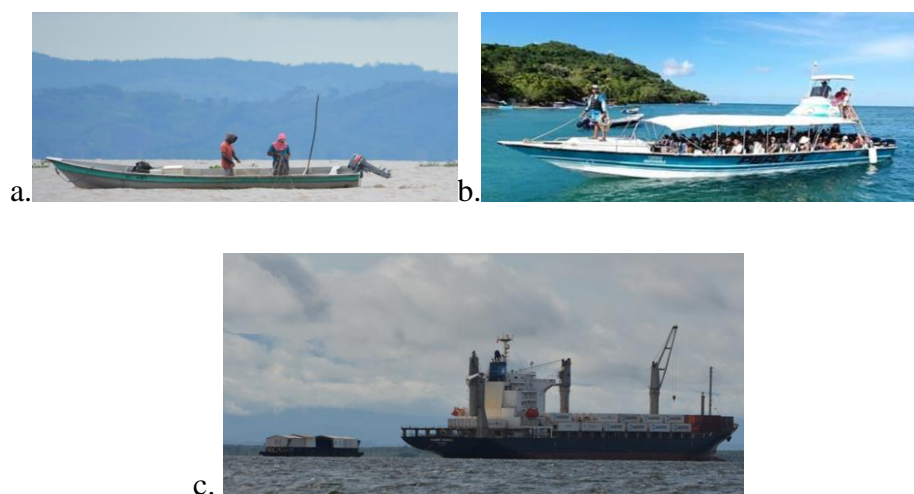


Figura 21. Embarcaciones registradas para ser incluidas en el análisis de tráfico marino a. Pesca artesanal b. Transporte de pasajeros c. Navíos de gran calado

Tabla 14. Características de las embarcaciones que transitan por el Golfo de Urabá y que fueron incluidas en los análisis de tráfico marino para el presente estudio

| Tipo de embarcación | Eslora (m) | Manga (m) | Potencia del motor (HP) | Velocidad | Frecuencia de sonido (kHz) | Potencia de sonido (dB) |
|-------------------------|------------|-----------|----------------------------|-----------|----------------------------|-------------------------|
| Pesca artesanal | 5-10 | 1-3 | 9-75 | 8-15 | 20-35 | 80-100 |
| Transporte de pasajeros | 8-20 | 4-7 | 75-1600 | 30-40 | 15-150 | 90-150 |
| Navíos de gran calado | 200-300 | 32-49 | 21000 - 25000 ¹ | 12-25 | 10-100 | 50-70 |

El registro de las rutas de las embarcaciones pesqueras y de transporte de pasajeros de referencia se llevó a cabo en el marco de esta tesis mediante un sistema de posicionamiento global (GPS) portátil de Garmin y las rutas fueron registradas por pescadores e investigadores a bordo.

¹ 16,580 BHP X 101.4 RPM - 18,420 BHP X 105 RPM



Las rutas de los buques de gran calado (grandes buques de carga comerciales) se obtuvieron del mapa de calor de navegación global de 2020 del sitio web de Marine Traffic (www.marinetraffic.com). Los datos en esta página se derivan del Sistema de Identificación Automática (AIS)² de las embarcaciones que transitaron en el Golfo (Figura 22).

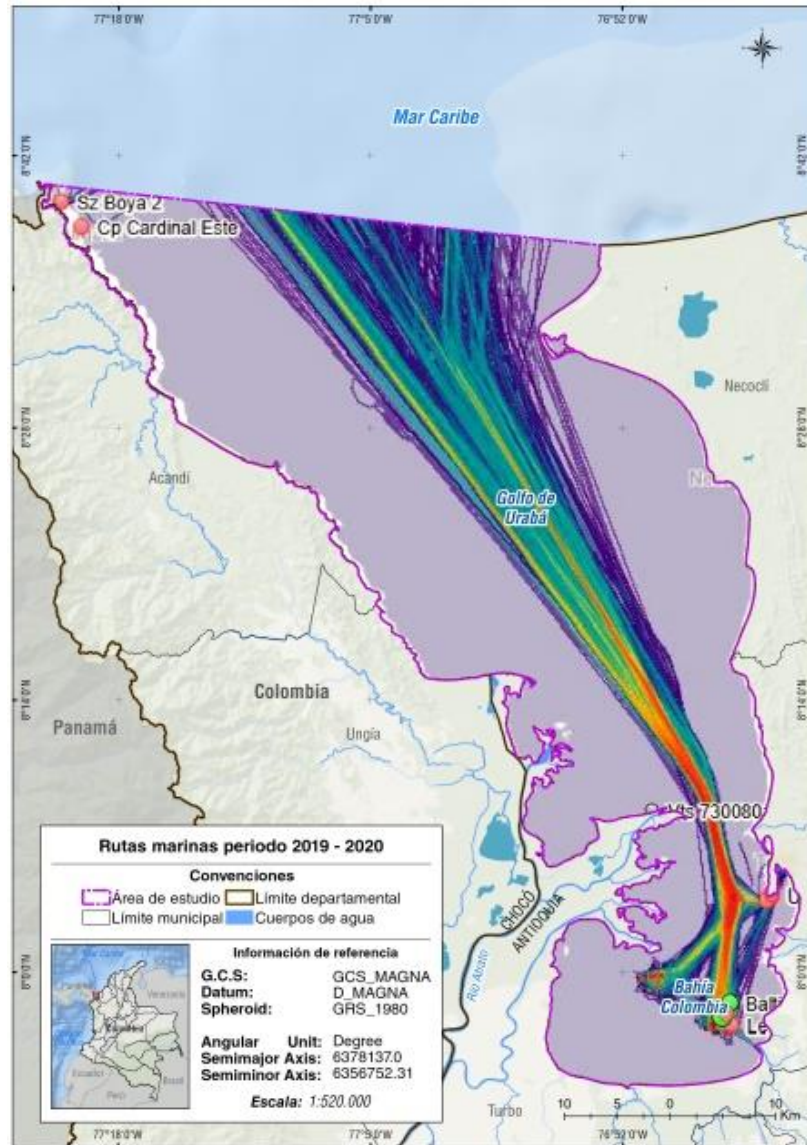


Figura 22. Mapa de Calor de las rutas de embarcaciones de gran Calado entre 2019 y 2020. Tomado de www.marinetraffic.com. Cada línea representa el tránsito de una embarcación de gran calado, los morados y azules representan un paso, los amarillos y verdes uso medio y los amarillos y rojos reflejan las áreas con mayor frecuencia de uso.

² El Sistema de Identificación Automática, más conocido como AIS por sus siglas en inglés (Automatic Identification System), es un sistema de información que emite datos captados a bordo y que, además, permite obtener los datos de otras embarcaciones que dispongan de él y que lo estén utilizando (<https://onnautic.com/blog/que-es-el-sistema-de-identificacion-automatica-o-ais/>)



Se realizaron grabaciones de la intensidad y frecuencia del ruido subacuático en los recorridos de campo realizados en el año 2019 (Ver Capítulo 2 de este documento) como elemento complementario para definir la intensidad y extensión espacial y temporal del impacto de cada tipo de embarcación acercándose a cada una de ellas desde la embarcación de investigación una vez que se apagaba el motor (menos de 20 m de distancia) con un sistema de grabación SQ26-H1. Este sistema consta de un hidrófono omnidireccional SQ26-08 (con una respuesta de frecuencia de 0.020 a 50 KHz, -194 dB, re 1V / μ Pa) conectado a una grabadora Zoom H1n. Los sonidos se registraron en formato WAV digital con una frecuencia de muestreo de 48 KHz a una resolución de 24 bits, para cada tipo de embarcación se realizaron tres puntos de medición acústica de tres minutos.

La información sobre las dimensiones de las embarcaciones y los motores que utilizan fue proporcionada por la autoridad marítima colombiana – DIMAR (Tabla 14). No fueron consideradas las embarcaciones de cabotaje ni aquellas destinadas a actividades ilícitas porque no fue posible registrar directamente las rutas, frecuencia de tránsito y sonido subacuático.

En los lugares donde se sobreponen las rutas de las embarcaciones de diferentes tipos, se sumaron las calificaciones individuales de los impactos, asumiendo un efecto sinérgico sobre las poblaciones.

3.2.1.3 Datos de Puertos

La capa de cada puerto se construyó usando los mapas de área de influencia directa e indirecta presentadas en los estudios de impacto ambiental aprobados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA, 2017a; ANLA, 2017b; ANLA, 2016)(Tabla 20 - 3.4 Información complementaria). Desde las estructuras de cada puerto, se proyectó un buffer de 15 km como una medida conservadora de la extensión mínima de impacto sonoro durante la construcción. De acuerdo a los datos disponibles en análisis de riesgos residuales de uno de los puertos, se sabe que el tráfico de embarcaciones de gran calado se duplicará, así que a las regiones reconocidas como canales de acceso fueron consideradas en los análisis.

Se hicieron dos capas para esta actividad: una que solo consideró a Puerto Antioquia (ubicado en el sector sur del Golfo, en Bahía Colombia, y el primero en cumplir con los



requisitos para iniciar actividades) y otra incluyendo los otros dos puertos adicionales planeados (Pisisi, ubicado en la región media del Golfo frente a Turbo y Darien International Port en el extremo nororiental frente al municipio de Necoclí). En los lugares donde se sobreponían las áreas de cada puerto se hizo una sumatoria manteniendo el principio de análisis sinérgico de los impactos.

Para crear los anillos, la ubicación de los puertos se utilizó como entrada y se utilizó la herramienta multi Ring Buffer y Fuzzy Membership para reclasificar los datos de entrada de discretos a continuos cuyo valor disminuye conforme se aleja de la infraestructura portuaria.

3.2.3 Construcción de escenarios de riesgo

Una vez identificadas las amenazas, se crearon tres escenarios de riesgo: Escenario 1: Distribución de las especies respecto a las actividades de pesca artesanal y tráfico de embarcaciones. Escenario 2: Distribución de las especies respecto a la acción sinérgica de la pesca, el tráfico de embarcaciones y la construcción y operación de Puerto Antioquia, y Escenario 3: Distribución de especies respecto a las actividades actuales y la construcción y operación de los tres puertos planeados en el área de estudio. En cada escenario se identificaron las áreas en donde los impactos acumulativos actúan con más intensidad sobre los cetáceos.

Los escenarios de riesgo se crearon mediante la superposición y vinculación de las amenazas y la distribución de las ocurrencias de los cetáceos siguiendo la metodología de Ávila et al. (2018). Para lo cual se utilizó la herramienta algebra de mapa o Raster Calculator a partir de la sumatoria de las capas usando el software ArcGIS Pro versión 2.7.1 ®. Posteriormente, se calculó el área de riesgo sumando el área de todas las celdas con las amenazas documentadas en los lugares de ocurrencia de cetáceos.

En los escenarios de riesgo, un riesgo bajo, se refiere a que las amenazas tendrán poca influencia sobre las dinámicas y la ecología de las poblaciones de cetáceos; un riesgo medio indica que la influencia de las amenazas actuarán de forma individual sobre los organismos y/o en un periodo corto de tiempo sobre los cetáceos; un riesgo alto implica una afectación a nivel poblacional que podría revertirse con medidas de manejo eficientes, y un riesgo crítico



indica una afectación directa, crónica y de alto impacto sobre las poblaciones y que pone en peligro su permanencia y/o uso del estuario.

3.3 Resultados y discusión

3.2.1 Presencia y distribución de cetáceos

Para los análisis de riesgo, se asignó una calificación entre 1 y 3 a las categorías de presencia y de distancia a la costa. Para la categoría de presencia, los lugares con mayor frecuencia de avistamientos fueron analizados con la calificación más alta (3) y los que no tuvieron registro con un valor de 1, no se usó el valor dos en esta capa. Para la categoría de distancia a la costa, de acuerdo con los modelos del Capítulo 2 de este documento, las especies analizadas presentan una preferencia por lugares entre 400 m y 4 km desde la costa, por lo tanto, la calificación más alta (3) para los análisis, corresponde a la zona costera en este rango. Entre los 4,1 km y los 12 km, se les asignó un valor de dos, y la más baja a las áreas más internas del Golfo (entre los 12,1 y los 21 km) un valor de 1. No se asignaron valores de cero, que denotaría ausencia, debido a que la biología de este grupo permite el desplazamiento a todas las áreas del Golfo.

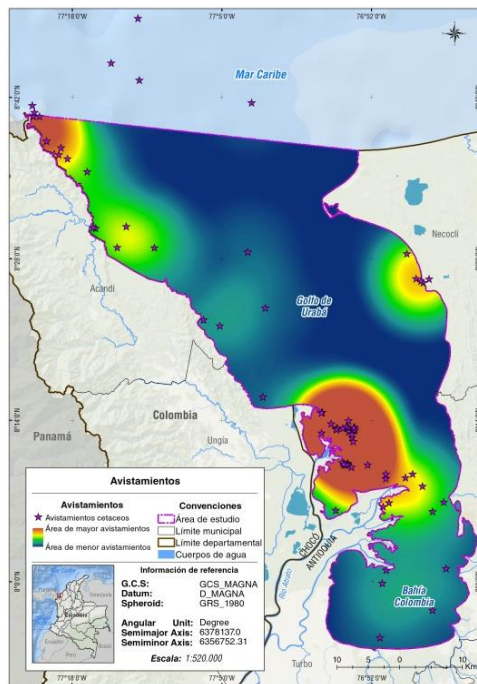


Figura 23. Modelo de amenaza para los cetáceos en el Golfo de Urabá considerando los registros de avistamiento entre los años 2017 y 2020 y la distancia a la costa



Tabla 15. Calificación de sensibilidad de cetáceos

| Característica | Valor | 1 | 2 | 3 |
|----------------------|-------|-------------|------------|------------|
| Distribución | | Ausencia | | Presencia |
| Distancia a la costa | | 12,1 – 21Km | 4,1 – 12Km | 400m – 4Km |

3.2.2 Actividades humanas amenazantes para las poblaciones de cetáceos en el Golfo de Urabá

3.2.2.1 Pesca con redes de enmalle

Se ha descrito que para Colombia y específicamente en el Golfo de Urabá la pesca incidental es una de las mayores amenazas para los mamíferos marinos y las redes de enmalle se encuentran dentro de las artes con mayor registro de interacción (Avila & Giraldo, 2022). Según el Proyecto “Lineamientos para la formulación de prioridades de ordenamiento pesquero para el Golfo de Urabá” - LOPEGU, el 85% de las capturas de pesca artesanal en el Golfo provienen de redes de enmalle (Leal Flórez, et al., 2017).

Las especies de mayor consumo humano capturadas como *Harengula clupeola* (Sardina), *Pomadasys corvinaeformes* (Parguito blanco), *Thichiurus lepturus* (Sable/Correa), *Sardinella brasiliensis* (sardina), *Pellona harroweri* (Sardinata), *Isopisthus parvipinnis* (Curvina), *Centropomus sp* (Róbalo), *Cetengraulis edentulus* (Anchoa), *Mugil sp* (Lisa), *Lycengraulis edentulus* (Anchoa), *Lycengraulis grossidens* (Anchoa) y *Micropogonias furnieri* (Curvina) (Leal Flórez, et al., 2017), se han reconocido como presas de dos de las especies más abundantes en el Golfo: *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* (Gannon & Waples, 2004; Di Benedetto & Siciliano, 2007; Oliveira et al., 2008; Domit, et al., 2016; Milmann, et al., 2016; Secchi, et al., 2016; Rodrigues, et al., 2020) por lo que se asume la probabilidad de competencia por presas es alta.

Los pescadores de Urabá reconocen que hay capturas incidentales de delfines, al menos una por pescador, y anualmente ocurren entre 1 y 3 varamientos relacionados con la interacción con la pesca (Fundación Omacha y CORPOURABÁ, 2016; Fundación Omacha y Puerto Bahía Colombia de Urabá S. A, 2019).

La calificación para calcular la magnitud del impacto de esta actividad primero se tomó como criterio la densidad de los caladeros (factores) según las categorías generadas en



el análisis de densidad de Kernel. El modelo asume que, a mayor densidad de lugares de pesca, mayor probabilidad de captura incidental y de captura de especies objetivo (Tabla 16, Figura 24). Los efectos potenciales de esta actividad incluyen la disminución de la población por la remoción de delfines capturados y la competencia directa por el recurso compartido entre delfines y pescadores (Bearzi, et al., 2010).

Las áreas costeras mostraron mayor densidad de caladeros en especial en las regiones de Bahía Colombia, la región nororiental frente al municipio de Necoclí y el costado occidental del Golfo, frente a Capurganá y Sapzurro, así como un área en el sector de El Roto en la desembocadura del río Atrato (Tabla 16).

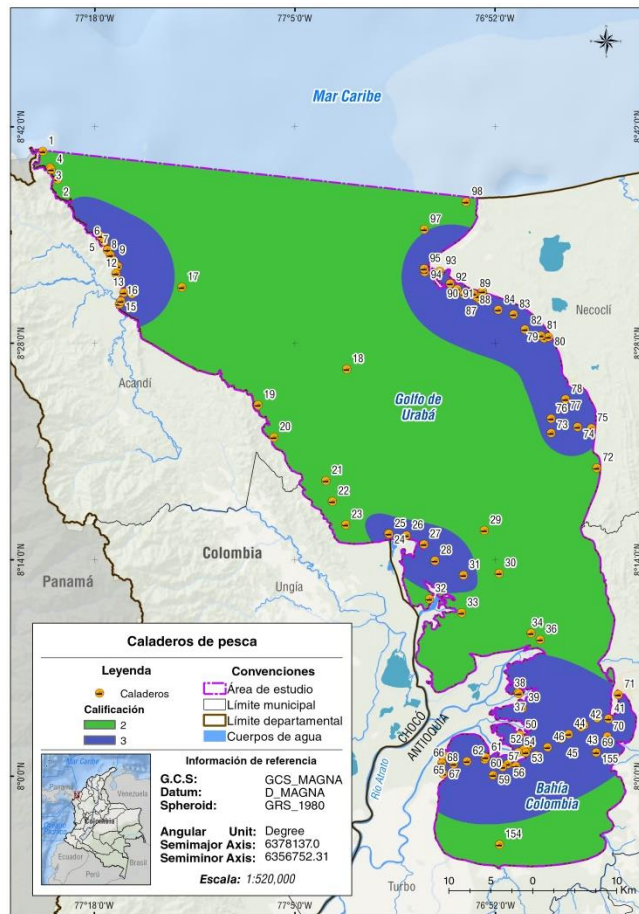


Figura 24. Capa de análisis construida a partir de los caladeros de pesca reconocidos en el área de estudio según AUNAP y Fundación humedales, 2012. En verde las áreas consideradas en la categoría de magnitud media y en azul: bajo



Con base en la capa obtenida de densidad de caladeros, se procedió a calificar cada una de estas categorías (densidad muy alta, alta, media y baja), según los criterios de calificación de amenazas presentados por (Normandeau, 2015). Como es de esperar, aquellas áreas con una densidad muy alta de caladeros, constituyen las de mayor impacto para los delfines (Tabla 16).

Las mayores densidades de caladeros muestran una distribución similar a la de los cetáceos. Esta relación ha sido descrita en diferentes estudios de uso de hábitat (Azevedo, et al., 2007; Cox, et al., 2018) y como ya se mencionó, las especies del Golfo son presas potenciales de las especies dominantes en el estuario. Además, ya ha sido documentado en las pesquerías a pequeña escala e implica diferentes aspectos económicos, sociales y éticos ya que puede afectar a los animales y a las pesquerías (Buscaino, et al., 2021). Los efectos sobre los animales incluyen la captura incidental directa y lesiones o muerte por captura directa, cambios en la composición y distribución de presas o remoción de éstas provocada por la sobrepesca, pérdida o degradación del hábitat. Los impactos de los delfines en la pesca están asociados a daños en las artes y/o una disminución en la cantidad y valor de la captura debido a la depredación por la extracción o daños en los peces capturados en las redes generando conflictos entre comunidades humanas y de delfines (Bearzi, et al., 2010; Monaco, et al., 2019). Este escenario hace necesario que se realicen estudios específicos para cuantificar el impacto de las pesquerías locales sobre los delfines y que se formulen medidas de protección de las poblaciones ajustadas al contexto local con la participación activa de los pescadores (Whitty, 2015).

Tabla 16. Calificación de amenazas y cálculo de la magnitud del impacto potencial en el escenario actual de la actividad pesquera de acuerdo a los criterios de intensidad, extensión espacial y duración

| Actividades amenazantes | Amenaza | Efectos | Factores | Calificación | | | Magnitud del impacto |
|--------------------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|--------------------|----------|------------|----------------------|
| | | | | Extensión espacial | Duración | Intensidad | Sumatoria |
| Pesca artesanal con redes de enmalle | Captura incidental y Competencia por recursos | Disminución de la población | Densidad muy alta de caleros | 0 (5%) | 1 | 2 | 3 |
| | | | Densidad alta de caleros | 1 (11%) | 1 | 1 | 3 |
| | | Disminución en las presas | Densidad media de caleros | 1 (30%) | 1 | 0 | 2 |
| | | | Densidad baja de caleros | 2 (54%) | 0 | 0 | 2 |



3.2.2.2 Tráfico de embarcaciones

Se ha descrito que las lanchas rápidas con motores fuera de borda tienen uno de los mayores efectos en las poblaciones costeras de delfines (Oakley, et al., 2017). La probabilidad de afectación depende no solo de los niveles más altos de ruido de éstas, sino también de la distancia a la que se encuentran de los delfines, y el tiempo que tardan en llegar hasta ellos debido a la alta velocidad. Sus frecuencias enmascaran los sonidos de la mayoría de los pequeños odontocetos, y las altas velocidades provocan cambios bruscos en la potencia de los sonidos que reciben los delfines, y en consecuencia acortan los tiempos de respuesta (Roussel, 2002; Birkun, 2002; Hermanssen, et al., 2019). Por esta razón, la calificación más alta en cuanto a intensidad se le da a estas embarcaciones (Tabla 17, Figura 26).

Los barcos de gran calado generan ruido de bajas frecuencias a través de sus hélices, motores y engranajes. Las hélices producen ruido a través de burbujas que colapsan y que se forman por las palas que conforman la hélice, entre más velocidad, más burbujas y mayor potencia del sonido. Dentro del Golfo de Urabá, los navíos ingresan a baja velocidad en comparación con los de mar abierto y emiten frecuencias bajas cuya propagación en aguas someras es más lenta que en aguas abiertas (Hatch & Wright, 2007; Hermanssen, et al., 2019). Todos estos factores combinados reducen la probabilidad de que las embarcaciones grandes afecten los hábitats clave de los cetáceos dentro del golfo y esta es la razón por la que la calificación en cuanto a intensidad es media (Tabla 17, Figura 26).

Las embarcaciones pesqueras son pequeñas y transitan a bajas velocidades por lo que la probabilidad de colisión es muy baja y emiten bajas frecuencias por lo que se les fue asignada la calificación más baja (Tabla 17, Figura 26). Además, durante las campañas de campo fue posible observar que estas embarcaciones permanecían con el motor apagado mientras ocurrían las faenas de pesca, lo que disminuye también la probabilidad de los efectos negativos en las poblaciones y con frecuencia se observó interacción no letal con esta actividad (Figura 25).

En la medida que aumenta el tamaño del bote, su potencia y la velocidad de desplazamiento el ruido subacuático aumenta proporcionalmente en potencia (Rako, et al., 2013). En la capa construida (Figura 26), las regiones críticas corresponden a los lugares



donde confluyen el canal de acceso de buques de gran calado y las embarcaciones rápidas de transporte de pasajeros, ya que su acción sinérgica puede causar daños letales a los individuos por riesgo de colisión y ruido marino (Senigaglia, et al., 2016; Pais, et al., 2018). Individualmente las embarcaciones rápidas son las que representan una calificación más alta y transitan por la región costera occidental del Golfo solapándose con las áreas identificadas como de mayor probabilidad de uso de los cetáceos así como las embarcaciones pesqueras (3.2.1 Presencia y distribución de cetáceos). La calificación es más alta en la medida en la que las embarcaciones confluyen en lugares específicos asociados con la costa.



Figura 25. Interacción de *Tursiops truncatus* con embarcaciones pesqueras en el sector El Roto, en la desembocadura norte del Atrato (mayo de 2019)

Tabla 17. Calificación de amenazas para los cetáceos y cálculo de la magnitud del impacto potencial en el escenario actual del tráfico de embarcaciones de acuerdo a los criterios de intensidad, extensión espacial y duración

| Actividades amenazantes | Amenaza | Efectos | Factores | Calificación | | | Magnitud del impacto |
|--------------------------|------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------|----------|------------|----------------------|
| | | | | Extensión espacial | Duración | Intensidad | Sumatoria |
| Tráfico de embarcaciones | Ruido Presencia del casco | Enmascaramiento de sonidos y daño físico en sistemas de comunicación y orientación | Transporte comercial de pasajeros | 1 (18%) | 2 | 2 | 5 |
| | | | Buques de gran calado | 1 (36%) | 1 | 0 | 2 |
| | | Colisión | Embarcaciones pesqueras | 0 (2%) | 1 | 0 | 1 |
| | | | Sin información | 0 | 0 | 0 | 0 |



El tráfico en el canal de acceso de los buques en la región central del Golfo actualmente es bajo, aunque tiene una tendencia a aumentar en la medida en la que los puertos comiencen a operar. Este aumento, se considera en las capas generadas a partir de los puertos y además no parecen tener incidencia directa en las áreas de mayor presencia y distribución.

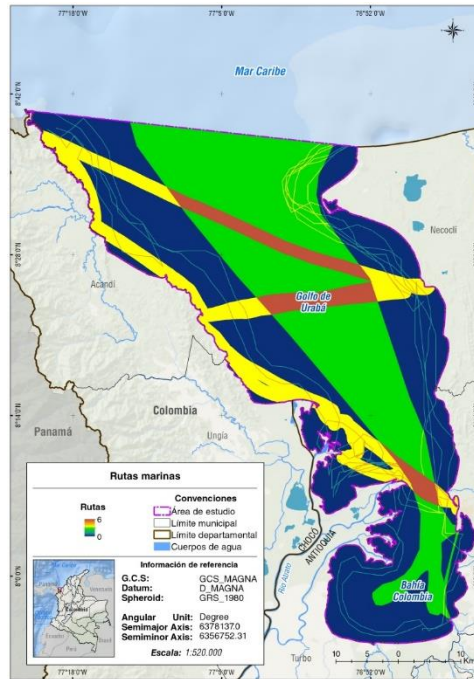


Figura 26. Rutas para embarcaciones registradas en el Golfo de Urabá. Rojo: Sobreposición de rutas de embarcaciones de gran calado y lanchas rápidas, Amarillo: transporte de pasajeros con fines turísticos; Verde: buques de gran líneas naranja: pesca artesanal

3.2.2.3 Puertos

La mayoría de actividades consideradas (hincado de pilotes, anclaje y construcción de caballetes y plataformas marinas, dragado, aumento del tráfico marítimo y, exposiciones a vertidos y derrames) podrían dañar físicamente a los cetáceos por colisiones, o causar daños temporales o permanentes a los umbrales auditivos (Thompson, et al., 2010; Bailey, et al., 2010; Todd, et al., 2015; Marley, et al., 2017; Graham, et al., 2019).

El pilotaje se realiza generalmente con un martillo o una pesa. El impacto del martillo que golpea la parte superior del pilote genera el impulso de ruido que se puede detectar hasta a 70 km de la fuente (Marcondes, et al., 2020). Los impactos potenciales de esta actividad pueden ser daño auditivo o cambio de umbral permanente (PTS), cambio de umbral temporal (TTS), cambios en el comportamiento y deficiencia auditiva (Bailey, et al., 2010). En los



delfines mulares se han detectado cambios de comportamiento hasta una distancia de 50 km y enmascaramiento de sonidos hasta 15 km de la fuente de emisión (Gordon, et al., 2003; David, 2006; Southall, 2005). En otras especies, se ha detectado una reducción en la detección de clics hasta a 16 km de la fuente (Carstensen, et al., 2006).

El dragado se puede realizar con dragas hidráulicas o mecánicas según el tipo de suelo. Los impactos asociados a esta actividad están relacionados con la presencia física de la embarcación por riesgo de colisión o con el ruido que produce cambios en el comportamiento por enmascaramiento, sin embargo, es poco probable que cause daño a los sistemas auditivos porque por lo general, las frecuencias son menores a 1 kHz. La suspensión de sedimentos que se produce durante la actividad, se relaciona con la bioacumulación y con la afectación indirecta por ahuyentamiento de peces y por consiguiente, la disminución de la disponibilidad de presas (Todd, et al., 2015).

En algunos contextos se requieren explosiones submarinas para favorecer la instalación de infraestructura y navegabilidad. Las ondas de presión asociadas al poder del ruido generado por las explosiones, puede provocar lesiones físicas en los órganos internos (Baker, 2008) y daños auditivos (Lossent et al., 2018; McCauley et al., 2000; Richardson et al., 1995; Southall et al., 2007). Las explosiones pueden generar el abandono temporal o permanente de la zona por parte de los animales (Cremer et al., 2009).

Tabla 18. Calificación de amenazas para los cetáceos y cálculo de la magnitud del impacto potencial considerando la construcción i) Puerto Antioquia y ii) de los tres terminales portuarios de acuerdo a los criterios de intensidad, extensión espacial y duración

| Escenario | Actividades amenazadas | Amenaza | Efectos | Factores | Calificación | | | Magnitud del impacto |
|------------------|---------------------------|---|---|--|--------------------|----------|------------|----------------------|
| | | | | | Extensión espacial | Duración | Intensidad | Sumatoria |
| Puerto Antioquia | Infraestructura portuaria | Destrucción y disminución del hábitat Ruido (construcción y aumento de tráfico marino) | Cambio de uso de áreas, disminución del fitness Enmascaramiento de sonidos y daño físico en sistemas de comunicación y orientación | Presencia de infraestructura portuaria e Infraestructura accesoria | 0 | 2 | 2 | 4 |
| | | | | Área de influencia directa (15km de radio de la infraestructura) | 0 | 2 | 1 | 3 |
| | | | | Área de influencia indirecta (entre los 15km y los 30Km de radio de infraestructura) | 1 | 1 | 0 | 2 |



| Escenario | Actividades | Amenaza | Efectos | Factores | Calificación | | | Magnitud del impacto |
|--------------|-------------|---------|---------|--|--------------------|----------|------------|----------------------|
| | | | | | Extensión espacial | Duración | Intensidad | Sumatoria |
| Tres puertos | | | | Exento de áreas de influencia | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | Construcción de infraestructura portuaria e Infraestructura accesoria | 1 (11%) | 2 | 2 | 5 |
| | | | | Área de influencia directa (15km de radio de la infraestructura) | 2 (52%) | 1 | 1 | 4 |
| | | | | Área de influencia indirecta (entre los 15km y los 30Km de radio de infraestructura) | 1 (15%) | 1 | 1 | 3 |
| | | | | Exento de áreas de influencia | 0 | 0 | 0 | 0 |

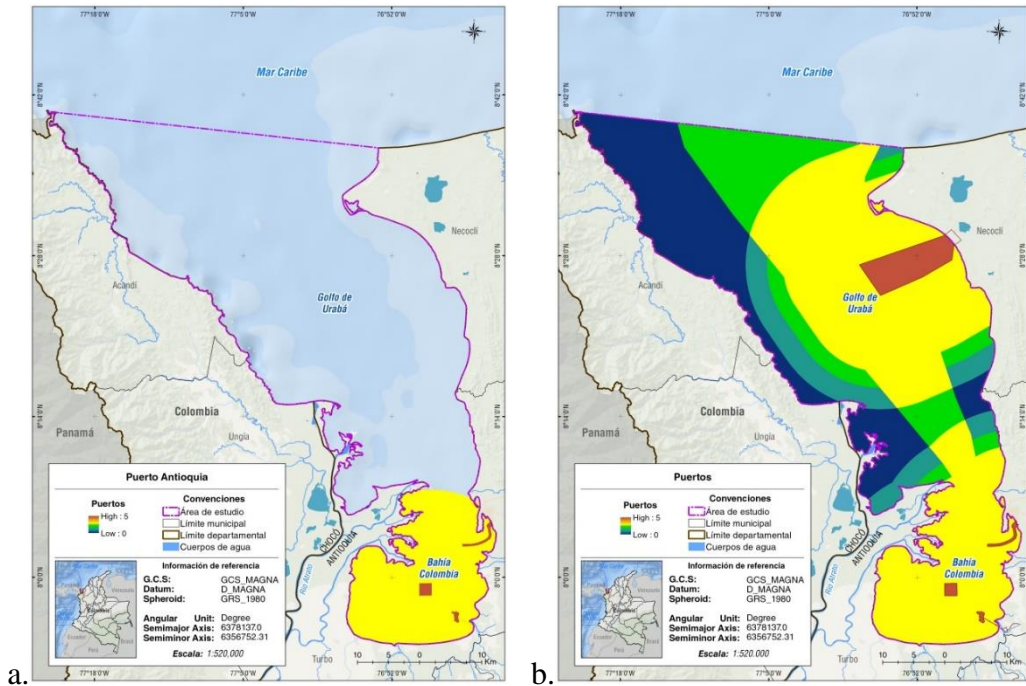


Figura 27. Niveles de impacto generados por las actividades portuarias en el Golfo de Urabá. a. Capa considerando Puerto Antioquia b. Considerando los tres puertos proyectados. En rojo, los sectores donde las actividades tienen impactos más fuertes, en verde los medios y el azul los más bajos.



En las capas generadas, las regiones de mayor impacto están asociadas a la infraestructura portuaria donde se concentran los impactos (Figura 27). Las áreas con mayor incidencia de los puertos están concentradas en el eje occidental del Golfo donde se observaron los valores más altos en la Tabla 18 y las áreas de solapamiento con el hábitat de los cetáceos están concentradas en la región central, frente a la desembocadura norte del río Atrato y en el sur, en el sector de Bahía Colombia.

3.2.3 Escenarios de riesgo

3.3.1 Escenario actual - Escenario 1.

Al sobreponer (1) la capa de presencia y distribución de cetáceos (3.2.1 Presencia y distribución de cetáceos), (2) la generada con los caladeros para las actividades de Pesca (3.2.2.1 Pesca con redes de enmalle), y (3) la del paso de buques y lanchas (3.2.2.2 Tráfico de embarcaciones) se obtuvo el escenario actual (escenario 1; Figura 28).

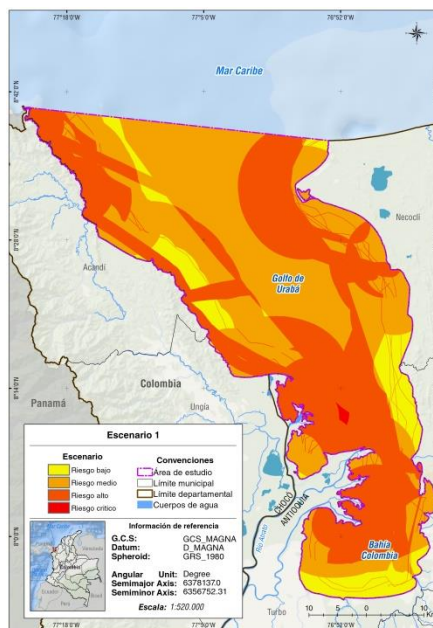


Figura 28. Escenario de riesgo actual para los cetáceos en el Golfo de Urabá considerando pesca artesanal y tráfico marino de embarcaciones pesqueras, de gran calado y de turismo. Rojo: riesgo crítico; Naranja oscuro: Riesgo alto, Naranja claro: Riesgo medio; Amarillo: Riesgo Bajo

Para este escenario, las áreas de riesgo crítico representan el 0,2% del área total. Las actividades que operan de forma sinérgica y que ponen en riesgo alto y crítico la conservación de los cetáceos están relacionadas principalmente con a) el paso de buques y lanchas



turísticas (Figura 26), y b) su relación con los lugares más frecuentes de pesca (Figura 24). El tráfico de embarcaciones rápidas para transporte de pasajeros representa individualmente el riesgo más alto para los cetáceos. El sector más sensible corresponde al centro del Golfo y las áreas costeras donde se registra la mayor presencia de cetáceos y las actividades de pesca, tráfico de embarcaciones rápidas y de gran calado actúan conjuntamente y pueden generar estrés crónico, por exposición al ruido para las poblaciones (Figura 28).

3.3.2 Escenarios futuros – Escenarios 2 y 3.

En los escenarios dos y tres el área de riesgo alto y crítico aumenta. Para el escenario 2: se superpusieron las capas de 1) Presencia y distribución de cetáceos, 2) Tráfico de embarcaciones, y 3) Puerto Bahía Colombia. En éste escenario, el área de Bahía Colombia aumenta sustancialmente el riesgo y, para el escenario tres se usaron las capas de 1) Presencia y distribución de cetáceos, 2) Tráfico de embarcaciones, y 3) la capa de amenaza construida a partir de los tres puertos donde el 85,3% del estuario tendrá actividades que representarán un riesgo alto y crítico para los cetáceos en el Golfo de Urabá (Figura 29).

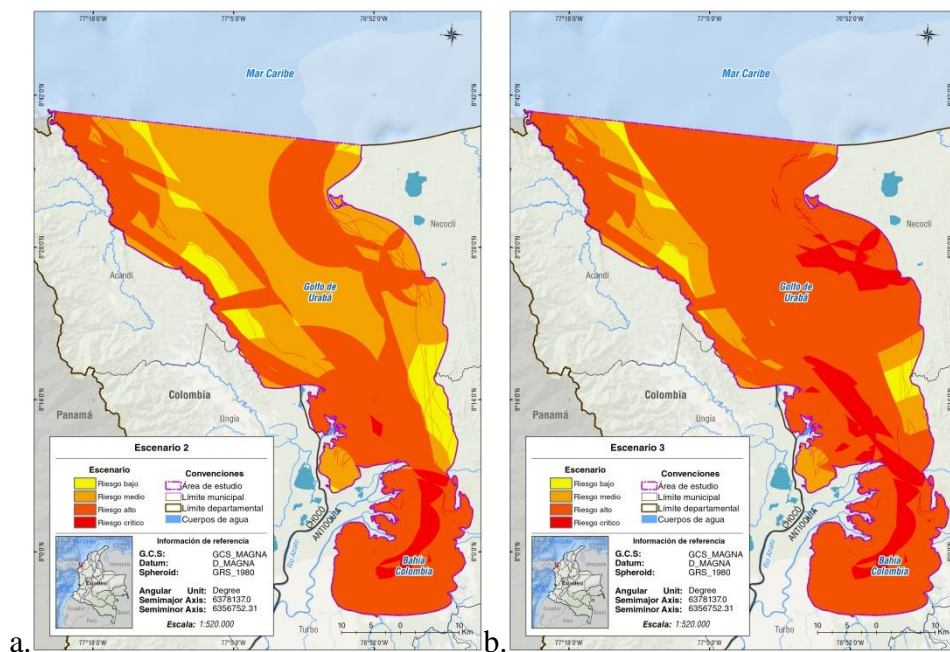


Figura 29. Escenarios de riesgo para los cetáceos en el Golfo de Urabá. Rojo: riesgo crítico; Naranja oscuro: Riesgo alto, Naranja claro: Riesgo medio; Amarillo: Riesgo Bajo. a. Riesgo considerando las actividades en y la construcción de Puerto Bahía Colombia S.A., y b. Escenario considerando las actividades en a, y la construcción de los tres puertos con Licencia ambiental



En el escenario dos, a pesar de que Bahía Colombia se encuentra en una de las áreas de menor registro de avistamiento, lo que disminuye su influencia durante la fase de construcción; el aumento de tráfico marino, el desplazamiento de áreas de pesca a los sectores norte del Golfo, especialmente a las desembocaduras del río Atrato y los efectos indirectos como el aumento de la población humana y por ende, de los residuos sólidos que se producen en la región, representan una amenaza para los cetáceos.

El aumento del flujo de embarcaciones aumentará la probabilidad de colisión y los efectos descritos por la producción de ruido. Al construir el puerto, es muy probable que los hábitats se vean modificados en diversas formas, y el ruido y actividad antrópica afectan también a las presas potenciales de los delfines (peces y moluscos) los que variarán su distribución (Weilgart, 2018).

Una de las áreas con mayor concentración de caladeros de pesca corresponde al sector oriental de Bahía Colombia. Las actividades de construcción promoverán la redistribución de las presas de los delfines y el desplazamiento de los pescadores a sectores adyacentes a estas áreas. El área más cercana son las desembocaduras del río Atrato, donde se ha descrito la presencia de *Sotalia guianensis* (Capítulo 2 de este documento), una de las especies más vulnerable a nivel regional. Este fenómeno aumenta la presión sobre las presas y la probabilidad de capturas incidentales.

Cuando ocurra la construcción del Puerto de Pisisi, habrá un aumento en el tráfico marino y por ende el ruido subacuático. Además de los impactos descritos con anterioridad, la presencia constante de la draga y el hecho de que las descargas se desarrollen dentro de la bahía aumentará el riesgo para las poblaciones de delfines por la afectación de las presas y la modificación de la calidad del agua (Todd, et al., 2015).

La construcción del puerto del Darién, adyacente al área protegida conocida como Distrito Regional de Manejo Integrado Ensenada de Río Negro, Bajos Aledaños y Ciénagas Marimonda y El Salado, además de incrementar la intensidad de las amenazas ya descritas para los otros puertos, pone en riesgo la conectividad entre las rutas de desplazamiento de los delfines entre el Golfo y el mar abierto.



En los escenarios de riesgo construidos en este trabajo, se muestra que conforme se van incluyendo los puertos, las áreas de riesgo bajo y medio para los cetáceos van disminuyendo y las de riesgo alto y crítico aumentan (Tabla 19).

En el primer escenario, el 46,1% del territorio acuático del Golfo, donde actualmente se desarrolla la pesca artesanal y ocurre el tráfico marino se considera de riesgo alto y crítico para la supervivencia de las poblaciones de cetáceos. En el tercer escenario las áreas de riesgo alto y crítico para este grupo de fauna aumentan hasta abarcar el 85,3% (Tabla 19) del área total poniendo en peligro la conservación de las poblaciones por sus amplios rangos de distribución (Tabla 19).

Tabla 19. Extensión de las áreas de riesgo en cada uno de los escenarios

| | Riesgo Bajo | | Riesgo medio | | Riesgo alto | | Riesgo crítico | |
|-------------|-------------|------|--------------|-------|-------------|-------|----------------|------|
| | Ha | % | Ha | % | Ha | % | Ha | % |
| Escenario_1 | 23920,5 | 9,3 | 114173,1 | 44,6 | 117735,5 | 45,9 | 431,1 | 0,2 |
| Escenario_2 | 16048,7 | 6,3 | 102360,4 | 39,9 | 130966,9 | 51,1 | 6884,3 | 2,7 |
| Escenario_3 | 6837,85 | 2,67 | 31277,64 | 12,21 | 194244,02 | 75,80 | 23900,67 | 9,33 |

En cuanto a la distribución y abundancia de las poblaciones de delfines en el Golfo de Urabá, se esperaría que conforme vayan aumentando las actividades antrópicas, haya cambios en su distribución como ya se ha observado en otras poblaciones costeras (Wilson, et al., 2004; Steckenreuter, et al., 2012; Rako, et al., 2013). Así mismo la población del Delfín de guayana (*Sotalia guianensis*) puede disminuir y poner en riesgo su supervivencia debido a su tamaño (Capítulo 2 de este trabajo), con el aumento de las presiones asociadas especialmente con el aumento de la pesca con redes de enmalle en áreas de distribución y el tráfico marino. La disminución de poblaciones costeras de cetáceos con abundancias similares asociadas a estas actividades, se ha descrito anteriormente en Australia (Bejder, et al., 2006) y Brasil (Azevedo, et al., 2017).



3.3.3 Conclusiones y recomendaciones

Este estudio es el primero en Urabá que considera a los delfines y las amenazas a las que están expuestos, y que describe un escenario sobre la forma en la que puede actuar la construcción y operación de los tres puertos licenciados en el estuario sobre un grupo de fauna.

Aunque en Colombia, existen más de 30 especies de cetáceos (Trujillo, et al., 2014) y hay un marco ambiental general, no hay un reglamento específico que obligue a adoptar medidas de protección para delfines y ballenas en las actividades marino-costeras. Por esta razón, es urgente realizar análisis de impactos acumulativos que permitan visualizar las amenazas y riesgos sobre este grupo de fauna para reducir los impactos negativos y abordar las causas subyacentes o los factores que representan un riesgo.

Este trabajo hace un llamado a actuar bajo el principio de precaución según recomendaciones de la Agenda 21 de la ONU en el capítulo 17 donde hace alusión a "*nuevos enfoques para la gestión y el desarrollo de las áreas marinas y costeras, a nivel nacional, subregional, regional y mundial, enfoques que estén integrados en el contenido y sean precautorios y anticipatorios en su ámbito*".

Como parte de este trabajo se proponen las siguientes acciones de protección y conservación:

Acciones de protección y conservación para los cetáceos en el Golfo de Urabá

Incluir al grupo de cetáceos dentro de las caracterizaciones biológicas, locales, regionales y nacionales y en los instrumentos de planeación marino costera, en especial en la Unidad Ambiental Costera del Darién

Incorporar a los cetáceos dentro de los componentes ambientales en el ordenamiento territorial y el manejo sostenible. Este grupo debe incluirse en la caracterización y diagnóstico para la formulación de POMIUAC (Planes de Ordenamiento y Manejo Integral de las Unidades Ambientales Costeras), PMAP (Planes de manejo ambiental de áreas protegidas) y que sean considerados dentro de los EIA (Estudios de Impacto Ambientales) y



PMA (Planes de manejo Ambiental) aprobados por licencia ambiental ya que se consideran intervenciones territoriales.

Se solicita a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales exigir a los megaproyectos planeados en el Golfo de Urabá, que incluyan en sus planes de manejo la presencia de los cetáceos y apoyen los procesos de protección según la ley. Se sugiere especialmente, que se acojan a las Normas de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés) que ofrecen un marco para entender y gestionar los riesgos ambientales y sociales; y recomiendan herramientas de planeación donde se diseñen instrumentos para a la conservación y uso sustentable de los recursos naturales en las áreas de influencia directa e indirecta de éstos. Específicamente, la Norma de Desempeño 6 referente a la conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales vivos que reconoce que *“la variedad de la vida en todas sus formas, incluyendo la diversidad genética, de las especies y del ecosistema – así como su capacidad de transformarse y evoluciona son, fundamentales para el desarrollo sostenible”* (IFC - International Finance Corporation, 2012).

Además, los cetáceos son considerados objetos de conservación de filtro fino, útiles en la identificación de áreas de alto valor ambiental y en áreas propuestas para protección especial. Considerarlos dentro de las herramientas de ordenamiento optimizará la eficiencia en los procesos de toma de decisiones.

Sistema de Monitoreo

El establecimiento de un sistema de monitoreo biológico constante es vital para contar con información científico-técnica que sirva como base de planes integrales de conservación. La academia y los programas de responsabilidad social de los puertos deben asumir el compromiso de generar esta información de manera sistemática y de garantizar su permanencia a largo plazo.

Inicialmente debe iniciar con la recolección de datos de foto-identificación para determinar la abundancia de las poblaciones de *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* de manera periódica y así poder definir las tendencias de las poblaciones dentro del Golfo. Este



trabajo pone a disposición el catálogo de aletas utilizado para este fin y cuyos resultados se presentan en el capítulo 2.

El programa de monitoreo debe determinar los impactos de las actividades antrópicas sobre las poblaciones de delfines. Aquí se sugiere hacer un censo de capturas incidentales con los pescadores artesanales, realizar estudios específicos de comportamiento en presencia de embarcaciones y priorizar la determinación de magnitud del impacto de las embarcaciones rápidas de transporte de pasajeros y medir el impacto de cada una. Finalmente, realizar observaciones y registrar presencia y comportamiento durante las actividades de hincado de pilotes, anclaje y construcción de caballetes y plataformas marinas y dragado en la etapa de construcción de los puertos. Se recomienda también un monitoreo acústico complementario en los registros de cetáceos.

Además, el monitoreo participativo de biodiversidad, explicado con detalle en el siguiente capítulo, es una oportunidad que involucra a actores locales usuarios del Golfo y responsables de su desarrollo y conservación. Este monitoreo puede estar asociado a pilotos de programas turísticos de avistamiento en el margen occidental del Golfo como una alternativa de generación de recursos y como estrategia de apropiación y cuidado.

Para liderar este proceso se invita a las Corporaciones Autónomas Regionales y a la comunidad académica que actúa en el Golfo de Urabá en articulación con los proyectos productivos actuales y potenciales que involucren las áreas sensibles para las especies.

Participación en Mesas intersectoriales – plataformas multi-sectoriales

En el Golfo de Urabá, en la actualidad existen espacios intersectoriales en las mesas ambientales municipales y, cuando son convocados, los Comités Interinstitucionales de Bienes de Uso Público (CIBUR). Conociendo que actualmente hay unas amenazas identificadas, se propone que se incluya el tema de los cetáceos en las mesas de trabajo con pescadores artesanales, operadores turísticos y autoridades ambientales que permita regular las actividades de pesca y tráfico marino presentes en el Golfo para la conservación de este grupo.



Sin embargo, se resalta que a nivel regional no existe una plataforma multi-actor que discuta de forma permanente los asuntos marinos del Golfo de Urabá.

Declaración de nuevas áreas protegidas

Como ya se mencionó en el Capítulo dos de este documento, se recomienda la creación de una figura de protección dentro de la estrategia del Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP), para el sector del Roto como una de las áreas importantes para las especies de cetáceos más frecuentemente avistadas en el Golfo (*Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus*). Este sector no sólo ha sido reconocido como vital para estas especies, sino que contiene uno de los parches de manglar más conservados del estuario, actuando como sala cuna de especies de peces, protección costera y regulador del clima a nivel mundial (Blanco-Libreros & Londoño-Mesa, 2016; Sandoval Londoño, et al., 2020). Actualmente El Roto hace parte del “corredor de conservación del Sistema manglárlico del río Atrato” reconocido en la zonificación propuesta por el POMIUAC de la Unidad Ambiental del Darién como un Área de Recuperación de Ecosistemas Estratégicos.

Debido a la presencia de éstos ecosistemas estratégicos³ esta porción del Golfo cumple con los supuestos según el Sistema de Áreas Protegidas para la protección, conservación, restauración y preservación de especies, hábitats y procesos ecológicos que han sido afectadas y para regular las actividades productivas que garanticen que el mar siga siendo fuente de empleo y alimento para las personas (CORPOURABA, CODECHCO, MINAMBIENTE y Parques Nacionales Naturales de Colombia Territorial Caribe, 2018; Blanco-Libreros & Londoño-Mesa, 2016). La protección de El Roto contribuirá a garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país, además de la protección de los delfines que allí habitan.

Esta iniciativa se ha propuesto desde diferentes sectores para la protección del área “determinada por los manglares localizados en el delta del Río Atrato, entre bahía Marirrio y la desembocadura en Boca Tarena, sector noroccidental del Golfo de Urabá, Municipio de Turbo, con una extensión aproximada de 5.000 hectáreas” (CORPOURABA, 2006). Sin

³ Los ecosistemas estratégicos, en este caso los manglares, mantienen el equilibrio de procesos ecológicos básicos como la regulación de climas, del agua y la depuración del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad y evitan la erosión costera.



embargo, no ha procedido debido a que no hay un marco legal que permita la coexistencia de Consejos comunitarios con la figura de protección de Parques Nacionales o Regionales, por lo que las comunidades afrocolombianas del territorio se resisten a la declaración por miedo a perder la autonomía en sus territorios. Sin embargo, la figura de Distrito Regional de Manejo Integrado es compatible con esta figura y puede fortalecer las funciones que la Ley 70 de 1993 les adjudica a éstas comunidades dentro de las que se incluye “velar por la conservación y protección de los derechos de la propiedad colectiva, la preservación de la identidad cultural, el aprovechamiento y la conservación de los recursos naturales”.

Adyacente a este territorio se encuentra el DRMI Playona – La caleta hacia el norte y el DRMI Lago Azul-Los Manatíes hacia el suroccidente, una alternativa viable es la ampliación de estas áreas protegidas hacia el sector del roto, y además promovería la protección del corredor biológico entre el Parque Nacional Natural Katios, las desembocaduras del río Atrato, las aguas marinas del estuario, el DRMI de la Playona y el Santuario de Fauna y Flora Acandí, Playón y Playona.

Incluir otras actividades amenazantes para los cetáceos en estudios futuros

Es importante mencionar que hay otras actividades antrópicas que amenazan a las poblaciones de cetáceos en el Golfo de Urabá y que no fueron mencionadas en este capítulo como las actividades de exploración de hidrocarburos, y la contaminación marina por vertimientos y residuos sólidos que pueden ser objeto de estudio para nuevos trabajos y que deben considerarse en nuevas modelaciones de amenazas y riesgos.

Acciones específicas que pueden implementarse desde ahora

Con la información disponible se recomienda que para la actividad pesquera artesanal se reduzcan los tiempos entre las revisiones de redes de espera fijas y a la deriva para reducir las capturas incidentales.

Para disminuir el riesgo de colisión con lanchas rápidas se recomienda que éstas transiten a velocidades menores a 10 nudos en la franja costera, hasta las 2,5 mn de distancia a la costa, que son identificadas como las áreas de mayor presencia de delfines según los modelos de idoneidad de hábitats descritos en el Capítulo 2. Estas medidas deben estar acompañadas de un programa de seguimiento para determinar su efectividad. También para



evitar daños en caso de colisión pueden usarse protectores de hélices en los motores de más de 80 HP.

3.4 Información complementaria

Tabla 20. Características generales de los puertos proyectados en el Golfo de Urabá

| Características / Puerto | BAHÍA COLOMBIA (Sur del Golfo) N7.90954° W76.80528° | PISISI (Centro – frente al municipio de Turbo) N8.07663° W76.75484° | DARIEN INTERNATIONAL PORT (Región noreste – Municipio de Necoclí) N8.47997° W76.81543° |
|---|---|--|---|
| Resolución que otorga la licencia ambiental emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) | 078 del 28 de enero de 2016 | 297 del 21 de marzo de 2017 | 1092 del 8 de septiembre de 2017 |
| Extensión de infraestructura en tierra | 35 Ha | 34,77 Ha | 3,68 Ha |
| Extensión de la infraestructura en el mar | 12,8 ha | 1,96 Ha | 0,52 Ha |
| Objetivo | Exportación de alimentos, especialmente banano, exportación de envases, exportación de graneles sólidos y líquidos | Importación y exportación de granel sólido como fertilizantes, cereales y minerales (clínker, cemento, grava, grava, excepto carbón), granel líquido (hidrocarburos, melazas, aceites de origen mineral y vegetal, cera), vehículos Embarcaciones de cabotaje | Carga sólida no mineral a granel y suelta |
| Carga máxima proyectada en Toneladas/año | 6'696.991 | 1'800.000 | 6'786.641 |
| Proyección de barcos por año y capacidad máxima | 87 barcos Handymax y Panamax Capacidad máxima: 45.000DWT | No especifica la proyección de aumento de tráfico Barcos Feeder y Post-Panamax | No especifica la proyección de aumento de tráfico Barcos Post-Panamax Capacidad máxima: 143.000 DWT and 14.000 TEUS |
| Hincado de pilotes | 995 pilotes de concreto Dimensiones: 1,5 metros de diámetro y longitudes entre 36,3 y 85,3 metros. Duración: 324 días | 145 pilotes Dimensiones: 2m de diámetro y 40 metros de longitud No especifica la duración | No especifica el número de pilotes No especifica longitud 0,5 metros de diámetro. No especifica la duración |
| Dragado | Volumen total: 1'197.700 m ³ Frecuencia: cada 5 años No especifica el tipo de draga | Volumen total: 11'000,000m ³ . No especifica frecuencia Se usarán dragas de succión y de corte | Volumen total: 9'976,110 m ³ No especifica frecuencia No especifica el tipo de draga |
| Otras estructuras acuáticas | Puente sobre el río León y viaducto de conexión | Infraestructura de protección costera: muro de 3.200 metros de largo con geotextil para protección contra la erosión y terraplenes | Rompeolas de 700 metros de largo |



4. Proyecto Delfín Gris, estudio de caso sobre la articulación de actores para la integración de la conservación de los delfines en prácticas sociales, económicas y culturales del Golfo

4.1 Introducción

Los cetáceos son considerados especies clave porque las dinámicas de sus poblaciones tienen un efecto sobre la ecología de diferentes grupos funcionales (Paine, 1995). Son consumidores de peces e invertebrados, presa de otros depredadores de gran tamaño, actúan como reservorios y vectores verticales y horizontales de nutrientes y como fuente de detritos y energía debido a su gran biomasa (Roman, et al., 2014). También se encuentran dentro de la categoría de especies sombrilla porque las acciones de conservación que se toman para su protección mejora las perspectivas de supervivencia de otros organismos, así como de la estabilidad del ecosistema (Roberge & Angelstam, 2004; Bearzi, 2012).

La existencia de los cetáceos directa o indirectamente contribuye al bienestar humano o tiene un potencial para hacerlo en el futuro porque hacen parte integral del ecosistema y su equilibrio, así que desde la perspectiva funcional y sostenible es importante generar información sobre sus poblaciones (Camacho & Pérez, 2014). Para lograrlo en el Golfo de Urabá y para promover una implementación efectiva de las medidas de conservación se hizo un esfuerzo importante para involucrar diversos actores.

En el capítulo uno y tres, se identificaron las actividades amenazantes para los cetáceos en el Golfo de Urabá: la pesca artesanal, el tráfico marino y la construcción y operación de tres puertos (ver Capítulo 3). Estas actividades están asociadas a actores sociales que tienen contacto con el medio marino: los pescadores artesanales, los comerciantes de banano, los operadores de turismo, la armada nacional y las empresas que lideran las iniciativas portuarias. Estos actores tienen visiones y agendas diferentes, y directa o indirectamente dependen de la calidad del medio para existir, por lo que la conservación de los cetáceos y sus ecosistemas traerá beneficios para ellos en diferentes formas y escalas.

Se han desarrollado enfoques colaborativos para aumentar los conocimientos científicos, promover la confianza, establecer redes sociales alrededor de un tema ambiental



e influir en las políticas de ordenamiento territorial (Yamine, et al., 2018). Además, estos enfoques se usan para reducir los costos de gestión, ampliar tiempos y espacios de recolección de información, permitir la descentralización del conocimiento en la comunidad académica, crear medidas ajustadas a los contextos y potencializar su implementación (Haller, et al., 2008).

En este marco, se utilizaron tres estrategias que facilitaron la interacción de varios grupos con el proyecto: la primera, el *Crowdfunding* (financiación colectiva), la segunda, la creación de una plataforma de ciencia ciudadana, y la tercera, la divulgación.

El *crowdfunding* es un término inglés que hace referencia a un tipo de financiación colectiva, generalmente realizada a través de plataformas online, en la que a través de pequeños aportes se financia un determinado proyecto o iniciativa. Busca subsanar la falta de fondos, en este caso específico, para la conservación y gestión del medio ambiente y disminuir las brechas de financiación (Mollick, 2014). En comparación con otros mecanismos, permite una coincidencia económica entre proyectos y donantes potenciales a través de bajos costos de búsqueda, menor exposición al riesgo e incertidumbre, y monitoreo transparente del progreso (Ansink, et al., 2017).

La ciencia ciudadana pretende informar e involucrar a la mayor cantidad de personas en la investigación y en la formulación de estrategias de conservación, a través de la recolección y análisis de información incluyendo la capacidad de recolección de datos y al mismo tiempo comprometer a más personas a participar de las acciones de conservación a través de su colaboración en la formulación de las medidas de protección y en la creación de políticas que las respalden (McKinley, et al., 2017).

Se le llama divulgación científica al conjunto de actividades que interpretan y hacen accesible el conocimiento científico al público general, es decir, difundir los resultados de la investigación científica y técnica y del conjunto de los productos del pensamiento científico entre un público no experto, a través de discursos fácilmente comprensibles y significativos para los destinatarios (Fundora & García, 2021; Mendoza, 2011). “*Las principales funciones atribuidas a la divulgación científica son: 1) creación de una conciencia científica colectiva sobre el valor del conocimiento y así reforzar la sociedad democrática; 2) cohesión entre*



los grupos sociales; 3) actuar como factor de desarrollo cultural; 4) incrementar la calidad de vida; 5) complementar la enseñanza tradicional; 6) educar; 7) combatir la falta de interés sobre determinados temas; y 8) aprender a comunicar la ciencia con lenguajes incluyentes” (Gorina-Sánchez, et al., 2018; Martín & Gorina, 2017).

En el marco de esta tesis se creó el Proyecto Delfín Gris para agrupar estas estrategias y complementar el ejercicio académico de la investigación. Los eventos que en algún momento dejaron sin financiamiento la iniciativa fueron aprovechados como una oportunidad para trabajar conjuntamente para el cumplimiento de los objetivos. Este capítulo se desarrolló mediante un Estudio de Caso como enfoque cualitativo de investigación, buscando describir el proceso de participación y articulación de actores locales en el proyecto Delfín Gris. Específicamente, se describirá el desarrollo de la estrategia del Crowdfunding (financiación colectiva); la plataforma de ciencia ciudadana, y la estrategia de divulgación.

4.2 Materiales y métodos

Un estudio de caso es un enfoque de investigación cuyo objetivo fundamental es conocer y comprender la particularidad de una situación para definir cómo funciona y cómo se relaciona con el área de interés (Eisenhart & Jurow, 2011). En este contexto, el estudio de caso es de tipo intrínseco (Stake, 1995), pues se busca ilustrar el proceso participativo y de articulación de actores como un caso único, de particular interés que requiere ser descrito y detallado (Creswell, 2018).

4.2.1 Métodos de recolección de información para la reconstrucción del caso

El estudio de caso se caracteriza por ser multimetódico buscando nutrir la descripción con distintas fuentes de información (Creswell, 2018). Se usaron tres métodos principales para la reconstrucción del caso: diario de campo, revisión documental y encuesta online.

a. Diario de Campo

Se revisaron los registros de observaciones relacionadas con la participación y articulación de actores en los diarios usados durante las salidas de campo del proyecto.



b. Revisión documental y de material audiovisual:

Incorpora documentos periodísticos, publicaciones online, bases de datos e informes.

Documentos revisados relacionados con la estrategia de Crowdfunding:

- Página de la Plataforma utilizada (Link: <http://bit.ly/PDelfinGris>)
- Grupo Proyecto Delfín Gris en Facebook (Link: <https://www.facebook.com/groups/PDelfinGris>)
- Lista de Excel de los donantes de la plataforma
- Documentos de diseño de Plan de comunicaciones de la Campaña
- Plan de recompensas diseñado para la campaña
- Video de promoción de la Campaña (Link: <https://www.youtube.com/watch?v=r5CBNwxT7ww>)

Documentos revisados relacionados con la plataforma de ciencia ciudadana

- Datos de campo sistematizados.
- Base de datos de registros de ciencia ciudadana.
- Fotografías y videos enviados por las personas que reportaron registros de avistamientos de cetáceos en el Golfo de Urabá.

Documentos de divulgación revisados

Se revisaron notas de prensa, archivos de audio y prensa escrita donde se hablaba del Proyecto Delfín Gris (Tabla 21).

Tabla 21. Documentos de divulgación derivados del Proyecto Delfín Gris

| Fecha (AAA/MM/DD) | Medio | Tipo | Título |
|-------------------|-----------------------------------|---------|---|
| 2017/07/07 | Página Web de la Fundación Omacha | Digital | Salida Piloto para registrar delfines en el Golfo de Urabá |
| 2017/07/08 | Noticias Urabá | Digital | Delfines Urabá |
| 2017/12/12 | Noticias Universidad de Antioquia | Digital | Golfo de Urabá: Hogar de delfines |
| 2017/12/12 | El Colombiano | Digital | Estudian dos especies de delfines en el Golfo de Urabá |
| 2017/12/12 | Noticias Caracol | Digital | Turbo Antioquia es el nuevo hogar de dos especies de delfines |
| 2017/12/12 | Noticias Urabá | Digital | Turbo es el nuevo hogar de dos especies de delfines |
| 2017/12/14 | Blue Radio | Radio | Entrevista sobre el proyecto |
| 2017/12/15 | Blue Radio | Digital | Dos especies de delfines estarían habitando el Golfo de Urabá |



| Fecha (AAA/MM/DD) | Medio | Tipo | Título |
|-------------------|---|-----------------|--|
| 2017/12/14 | El Colombiano | Impreso | Si, los vieron: Delfines en el Golfo de Urabá |
| 2018/01/03 | Boletín UdeA | Impreso | Dos especies de delfines habitan el Golfo de Urabá |
| 2018/03/03 | Planeta Caracol – Caracol Radio | Radio y Digital | Descubra el Proyecto Delfín Gris del Golfo de Urabá |
| 2018/03/05 | TECH2 | Digital | Colombian who leads project to save dolphins in the Gulf of Urabá seeks support |
| 2018/03/05 | Noticias Urabá | Digital | |
| 2018/03/11 | El Espectador | Impreso | La bióloga que quiere proteger a los delfines de Urabá con un crowdfunding |
| 2018/03 | Kienyke | Digital | El proyecto que salvará a los delfines del golfo de Urabá |
| 2018/03/12 | Urabá | Digital | La bióloga que quiere proteger a los delfines de Urabá con un “crowdfunding” |
| 2018/10/19 | Emisora comunitaria de Necoclí | Radio | Entrevista sobre los delfines |
| 2018/11/20 | Mongabay | Digital | Dos especies de delfines en estudio y los riesgos de tres puertos a su alrededor en el golfo de Urabá |
| 2018/11/29 | El Espectador | Digital | Dos especies de delfines en estudio y los riesgos de tres puertos a su alrededor en el golfo de Urabá |
| 2019/11/29 | Semana Sostenible | Digital | En Colombia no solo hay delfines rosados: dos de las especies que existen en el Golfo de Urabá podrían estar en riesgo |
| 2020/09/24 | Conservación Internacional – Canal de Youtube | Digital | Buscando el Delfín Gris en el Golfo de Urabá, Necoclí, Colombia – Documental |

c. *Encuesta online:*

Se diseñó una encuesta y fue enviada a actores involucrados en las tres estrategias de articulación y participación para la conservación del delfín gris. Estuvo dirigida a comprender la experiencia y el impacto que tuvo participar de alguna de las tres estrategias de articulación de actores y constó de nueve preguntas cerradas y once abiertas.

La entrevista estaba diseñada para determinar: a) el tipo de participación en el proyecto (donante, científico ciudadano, otros), y b) el impacto del proyecto en cada individuo en términos de conocimiento sobre las especies y cambios de actitud con los seres y los ecosistemas.

Las encuestas fueron exportadas al programa Excel. Los datos cuantitativos fueron analizados con estadística descriptiva. Las preguntas de respuesta abierta fueron analizadas mediante un análisis temático (Braun & Clarke, 2006) codificando los datos en las categorías *a priori*: (1) datos generales, (2) forma en la que se vinculó al proyecto, (3) conocimientos adquiridos, (4) percepción del proyecto, y acciones derivadas de la participación en él.



4.2.2 Actores

Un actor es un individuo o un grupo de individuos con intereses y acciones homogéneos sobre el tema de interés (Silva Jaramillo, 2017). En la iniciativa de financiamiento colectivo, no se definieron segmentos específicos de la población, es decir, no se limitaron las comunicaciones a un grupo de personas con características específicas, sino que la intención fue alcanzar la mayor cantidad de personas con tipologías variadas.

En el área de estudio, como el tema de interés fueron los cetáceos, que ocupan los sectores marinos del Golfo, se identificaron los actores asociados a actividades acuáticas a los que era posible acceder que estuvieran dentro de los siguientes criterios:

- a) Disposición e interés en participar del proyecto
- b) Probabilidad de encuentro con cetáceos por la actividad que realizan
- c) Actividad con incidencia potencial sobre las poblaciones de cetáceos
- d) Realización de actividades lícitas

Para el desarrollo del proyecto, los actores fueron contactados en terreno de forma directa, invitándolos a participar de una o varias formas en las actividades. También se acogieron solicitudes de los actores para que el flujo de información se hiciera en dos vías. El total de personas vinculadas al Proyecto Delfín Gris en sus tres estrategias fue de 1599:

Tabla 22. Vinculación de personas en las diferentes actividades realizadas en el marco del proyecto Delfín Gris

| Estrategia | Actividad | No personas |
|----------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Crowdfunding | Donantes del Crowdfunding | 70 |
| Crowdfunding y divulgación | Grupo de Facebook | 537 |
| Ciencia ciudadana | Capitanes de embarcaciones | 5 |
| Ciencia ciudadana | Asistentes a recorridos de campo | 39 |
| Ciencia ciudadana | Informantes de ciencia ciudadana | 57 |
| Divulgación | Visualizaciones del video documental | 744 |
| Ciencia ciudadana | Asistentes a capacitaciones | 147 |
| Total alcance medible | | 1599 |



Para la realización de la encuesta online del presente estudio de caso, se invitó a participar a los distintos actores involucrados a través de comunicación directa por WhatsApp®.

4.2.3 Estrategias para crear relaciones con diferentes actores

Crowdfunding

Se creó una campaña de financiamiento colectivo llamada “Proyecto Delfin Gris”. Se estudiaron las plataformas disponibles, se contó con asesoría en comunicaciones y se realizó divulgación por diferentes medios. Fue firmado un acuerdo con la plataforma, se fijó un monto como meta, se planearon los contenidos y se definió una fecha límite para alcanzarla.

Para definir la plataforma se tuvo en cuenta que perteneciera a la categoría de microdonaciones y recompensas, que fuera flexible, es decir que en el caso de no alcanzar el 100% del capital solicitado el dinero se entregara, se revisó la historia de otras campañas en la plataforma, se revisó que los medios de hacer las donaciones fueran variados y accesibles y que su operación fuera fácil (CrowdHub, 2014).

Para crear la estrategia de comunicación primero se hizo un análisis de contexto buscando que la información fuera sensible a las diferentes realidades posibles, luego se diseñó un protocolo de comunicación donde se definieron las vías, los roles y las actividades de los voluntarios que participaron de la campaña, se analizaron los públicos y se crearon los lineamientos para la acción. Adicionalmente, fue diseñado un plan de recompensas para motivar las donaciones y se creó una estética del proyecto y el lenguaje para transmitir la información.

El monto se definió según las necesidades del proyecto en un escenario ideal y la fecha límite por los lineamientos de la plataforma. Los resultados se midieron en audiencia alcanzada medible y en el porcentaje de las donaciones alcanzadas.

Ciencia ciudadana

Se invitaron miembros de la comunidad a participar en la recolección de datos científicos desde tres lugares: El primero, fue usando las embarcaciones propias de pescadores, operadores turísticos y patrulleros de la armada nacional como plataforma



científica. Allí se sugerían algunas modificaciones de las actividades de rutina en caso de avistamiento de delfines y se mostraban los procedimientos de fotoidentificación (ver Capítulo 2).

El segundo fue invitar a miembros de diferentes grupos de actores a participar de los muestreos sistemáticos en la embarcación usada para la investigación. En ella los invitados eran capacitados en el uso de los equipos (GPS, Cámara profesional, hidrófono y sonda multiparámetros) y tenían la oportunidad de participar activamente en la recolección de datos científicos. Así mismo, experimentaban la experiencia de los avistamientos, observaban la interacción de los delfines con aves y embarcaciones, y se hacían pequeñas conversaciones sobre el proyecto, los impactos de las actividades humanas sobre los cetáceos, y las acciones de conservación que podían tomarse desde sus prácticas diarias. El tercero fue realizar capacitaciones sobre los cetáceos en diferentes escenarios.

Las convocatorias se hacían de forma directa a los miembros de cada institución y en los tres casos, las personas que participaban actuaban como multiplicadores de la información en sus medios de trabajo y comunidades. Cada vez que realizaban un avistamiento o que les informaban sobre uno, se comunicaban por WhatsApp®, teléfono o vía email. Los lineamientos para los registros se hicieron sugiriendo un formato.

Para validar los registros (1) se hacía un análisis del relato, (2) se observaban los registros fotográficos y de video, y (3) se hacían preguntas con la fuente primaria. Los registros eran rechazados cuando: (a) los relatos eran inconsistentes, cambiaban de versión rápidamente, no había claridad en el evento, (b) los registros fotográficos y de video diferían sustancialmente de los paisajes del Golfo, estaban en un idioma o dialecto que no correspondía a la región, y/o ya estaban disponibles en páginas de internet anteriores a fecha relatada del registro, y/o (c) no era posible determinar a la persona que originalmente había realizado el registro.

Para el análisis de los datos se digitalizaron los reportes incluyendo fecha, lugar, especie, informante e información adicional y se crearon mapas de los registros. También se realizaron análisis descriptivos para caracterizar las fuentes de información más frecuentes.



Divulgación

En diversos medios de difusión se publicó información sobre los cetáceos de Urabá. Los medios de comunicación se contactaron a través de una ronda de medios diseñada en el Crowdfunding, otros se acercaron al proyecto por la difusión de la campaña.

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Principales actores involucrados

Comunidad académica:

Las estrategias de conservación exigen un trabajo colaborativo e interdisciplinario para la generación del conocimiento, análisis y propuestas de políticas públicas a locales, regionales y nacionales basadas en evidencia científica. La comunidad académica se incluyó en el proyecto bajo esta premisa con dos objetivos: informar y capacitar investigadores potenciales que den continuidad a la recolección de información y análisis después de la culminación del proyecto e inclusión de estudiantes e instituciones como parte activa de la generación, análisis y divulgación de la información sobre los cetáceos en el Golfo de Urabá.

La comunidad académica se dirigió hacia dos frentes: Los estudiantes y profesores de Ecología de Zonas Costeras de la Universidad de Antioquia, Sede Turbo, y del colegio Eduardo Espitia de la ciudad de Necoclí. Ambas instituciones están en contacto directo con las aguas del Golfo.

La Universidad de Antioquia es la institución de educación superior más importante del departamento de Antioquia. La primera sede en Urabá comienza a funcionar en 1995. La sede de Ciencias del Mar en el municipio de Turbo, se inauguró el 28 de enero de 2011 con el objetivo de *“conocer los recursos marinos y costeros para hacer una utilización racional y sostenible de los mismos que permita contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades locales. Se pretende darle la cara al mar y proyectar la región y el departamento al mundo”* (Universidad de Antioquia, 2020). En la carrera Ecología de Zonas Costeras hay 45 alumnos entre los 17 y los 25 años y el 85% son originales de la región de Urabá.



La Universidad de Antioquia apadrinó la bandera de los cetáceos en el Golfo de Urabá. A través de esta institución, el Proyecto Delfín Gris creó un grupo de estudio de mamíferos acuáticos con estudiantes de Ecología de Zonas Costeras de diferentes semestres e intereses. El grupo se reunía cada 15 días para discutir un tema relacionado con este grupo de fauna, y los estudiantes fueron capacitados en la recolección de datos y acompañaron los recorridos de campo de la investigación científica.

Parte de la iniciativa de la Universidad fue la realización anual del “Curso Internacional de Mamíferos Acuáticos” que va en su cuarta versión y en la que han asistido más de 60 personas de diferentes orígenes y formaciones.

Otra institución en esta categoría es el colegio Eduardo Espitia es uno de los dos colegios localizados en la cabecera municipal de Necoclí al nororiente del Golfo. Es una institución Educativa basada en la convivencia, formando a niños y jóvenes desde preescolar hasta media técnica, sus énfasis son la conservación de los recursos naturales y la contabilidad. El grupo en el que nos enfocamos fueron 35 los estudiantes de la media técnica del grado décimo del énfasis conservación de los recursos naturales. En el colegio se realizaron talleres y se capacitó a los estudiantes en la toma y análisis de datos.

Armada Nacional de Colombia- Guardacostas

La armada nacional pertenece a las fuerzas militares de Colombia cuya misión es “*Desarrollar operaciones navales para la defensa y seguridad nacional, y la protección de los intereses marítimos y fluviales, contribuyendo al desarrollo sostenible del Estado*”. El comando de Guardacostas, es un servicio marítimo militar que realiza funciones de seguridad ciudadana y medio ambiente, además de proteger los intereses económicos en los espacios marítimos bajo su jurisdicción, incluyendo las costas, puertos y aguas interiores del país (Ministerio de defensa, 2020).

La Estación de Guardacostas de Urabá fue un socio estratégico y permitió el uso de sus embarcaciones para la recolección de datos y la capacitación de sus activos en la recolección de datos de cetáceos.



Operadores turísticos

El turismo en Urabá es una línea incipiente en los renglones de la economía regional. Se ha reconocido su potencial por las playas de recreación, de anidación de tortugas y de avistamiento de aves, ensenadas, desembocaduras de ríos, contemplación, sitios para buceo y deportes náuticos.

Fueron incluidas cuatro iniciativas turísticas localizadas en el municipio de Necoclí: dos de transporte marítimo y fluvial (Caribe SAS y Necobotes) y dos de servicios de tours y alojamiento: La Mariapolis y Ecohuellas.

Las empresas de transporte permitieron investigadores a bordo para la recolección de datos, y los servicios de tour y alojamiento prestaron sus instalaciones para realizar capacitaciones o alojar a expositores que no residían en Urabá. Todas las empresas se preocuparon por dar a conocer el proyecto con sus visitantes.

Pescadores artesanales

Según el censo pesquero realizado en el 2012 por la AUNAP hay 2.448 pescadores en la región de Urabá, sin embargo, se han reportado más de 4.000 personas que practican esta actividad. La pérdida progresiva de los ecosistemas ha perjudicado a la pesca y por consiguiente a pescadores y sus familias. Es decir, más de 10.000 habitantes de la región se ven afectados por la calidad del ambiente acuático para su sobrevivencia directa (Montoya Arango, et al., 2015). Los pescadores permanecen en la actividad a pesar de su declive y su baja rentabilidad por que no reconocen otras alternativas de sobrevivencia (Gómez Aguirre & Turbay, 2016).

Diez pescadores de la región de Turbo, Necoclí (Antioquia) y San Francisco (Chocó) se vincularon directamente a este estudio. Uno como motorista de las expediciones en la recolección de los datos, cuatro nos permitieron acompañar las faenas para el registro de los recorridos, y ocho (incluyendo algunos de los anteriores) participaron de capacitaciones y proveyeron registros de avistamiento. Todos ellos utilizaban como arte principal de captura las redes de enmalle y usaban embarcaciones de motor fuera de borda entre 8 y 40HP de potencia para desplazarse por las aguas del Golfo.



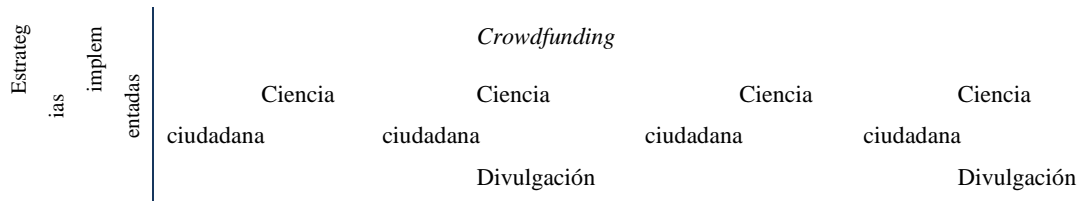
***Conflicto armado**

Debido a que la historia de la región de Urabá ha estado enmarcada por el conflicto armado, es preciso que en este documento se nombre esta situación. Todos los grupos mencionados se han visto afectados por esta situación social.

El origen del conflicto se debe a la posición estratégica de esta región, en la frontera norte del país y por la fertilidad de sus tierras. La debilidad estatal entre las décadas de 1960 y 1970 promovió que grupos guerrilleros asumieran funciones de regulación social. Simultáneamente la deforestación y ampliación de la frontera agrícola a favor de grandes capitales y la resistencia de los guerrilleros, promovió la formación de grupos paramilitares y el enfrentamiento armado. El establecimiento de haciendas ganaderas en Turbo fue más contundente durante y después de la expansión paramilitar en la segunda mitad de la década de 1990, y a finales de ésta el control de los puertos de embarque de banano por paramilitares permitió el dominio de las salidas de cocaína y la entrada de armas. Entre 1997 y 2007 la región fue considerada una de las zonas más críticas en el proceso de abandono de tierras por desplazamiento forzoso en Colombia (Gómez Aguirre & Turbay, 2016).

Desde el año 2007, los nuevos actores armados, grupos paramilitares denominados por el gobierno colombiano como bandas criminales (Bacrim) han buscado articularse con el negocio del narcotráfico en el cual se disputan zonas de cultivo, laboratorios y rutas con la guerrilla y con otras bandas emergentes, debido a la circulación de drogas, armas y ejércitos que opera a través de ellos.

4.3.2 Procesos para generar estrategias de articulación para la conservación del delfín gris



| Año | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-----------------------------|---------------------------------|---|---------------------------------|---------------------------------|
| Tipo de actores | Enfocado en los actores locales | Segmento abierto de la población nacional e internacional | Enfocado en los actores locales | Enfocado en los actores locales |
| No de personas involucradas | 23 | 723 | 784 | 1599 |

Figura 30. Línea de tiempo de implementación de estrategias para involucrar actores en el Proyecto Delfín Gris

Crowdfunding

Para la campaña se escogió la plataforma Little Big Money (LBM), iniciativa de la Organización sin Ánimo de Lucro FUNDAK, que buscaba *contribuir al desarrollo de emprendimientos, proyectos e iniciativas con impacto social o ambiental, facilitando el acceso a capital y promoción mediante la conexión con redes de inversionistas sociales, donantes y otros individuos dispuestos a apoyar en el crecimiento de sus iniciativas*, creada en septiembre 2013 en Colombia, y financiada por la Fundación Ford (Fundación Capital, 2013). El periodo de recaudación fue de tres meses por recomendación de la plataforma y el monto-meta planteado fue de treinta millones de pesos (\$30'000.000 m/cte).

Los canales de difusión escogidos fueron MailChimp para el envío masivo de correos informativos y se creó un grupo de Facebook que alcanzó 537 miembros donde se publicaba información sobre el Golfo de Urabá, sobre los cetáceos y sobre el estado de la campaña. Un estudio sobre las plataformas de difusión, reconoce a Facebook como una de las plataformas de difusión más eficientes para este tipo de iniciativas (Hui & Gerber, 2015). El lanzamiento de la campaña incluyó un video de promoción invitando a donar (Link: <https://www.youtube.com/watch?v=r5CBNwxT7ww>).

Se recibieron 70 donaciones en total con origen en Colombia (53; 75%), Usa y Canadá (7; 10%), Europa (6; 9%) y otros países de América del sur como Brasil, Ecuador y Argentina (4; 6%). Cuarenta y tres donaciones (61%) provinieron de familiares y amigos y 27 (39%) de personas ajenas al círculo cercano y captadas por las estrategias de comunicaciones y



divulgación al público en general. El 70% de las donaciones fueron hechas por mujeres y el 30% por hombres.

Estas características se ajustan a estudios de mercadeo verde han determinado que la comunicación directa, especialmente por mensaje de texto y WhatsApp, que fue posible con el segmento de familia y amigos, son más eficientes en temas ambientales que otro tipo de medios digitales, y además que las mujeres son más sensibles a estos temas que la población masculina. Los estudios mencionan también que la población más joven presenta mayor sensibilidad a los temas ambientales, pero no se hizo registro de las categorías etarias de los donantes (Chekima, et al., 2016; Hao-Chen, et al., 2014).

Se recibieron donaciones entre \$25.000 y \$1'000.0000 de pesos colombianos (entre \$6US y \$250US aproximadamente). La donación más frecuente (31%) fue de \$50.000 pesos colombianos o \$12US y el monto total recaudado fue \$9'710.125 pesos colombianos, es decir \$2445US, correspondiente al 33% de la meta propuesta que correspondía a \$30'000.000 de pesos colombianos o \$7400US.

Esta experiencia, además de servir para financiar la salida piloto de esta investigación logró que personas de diferentes disciplinas y orígenes se interesaran en los delfines y el golfo, y que fueran incluidos dentro de la agenda de instituciones y grupos locales. Además, fue posible dar a conocer un aspecto positivo del Golfo de Urabá que fue noticia nacional, alejado de los temas recurrentes de violencia y narcotráfico.

Las lecciones aprendidas sobre el diseño y ejecución de esta campaña fueron: (1) las herramientas para crear una campaña de financiamiento colectivo están al alcance de todo tipo de públicos, (2) requiere mucho esfuerzo y trabajo: seguimiento, continuidad y resiliencia para crear contenidos, (3) el trabajo virtual debe complementarse con actividades presenciales de fortalecimiento, (4) para sustentar el mensaje y favorecer un intercambio entre personas de diferentes orígenes y contextos, la interacción no se sustenta solo en palabras, debe presentarse en múltiples formatos: texto, imágenes, sonidos, voz, video, animación, etc. que permita encontrar los medios y mensajes adecuados a sus preferencias, necesidades y estilos de aprendizaje, y (5) la comunicación debe ser muy breve, la información profunda no llega fácilmente al público meramente digital.



Ciencia ciudadana

Uso de plataformas oportunistas para toma de datos

Para los registros iniciales de cetáceos después de la salida piloto se contactaron empresas de transporte para iniciar los recorridos y registrar avistamientos. La empresa de transporte Caribe SAS abrió la posibilidad de usar sus embarcaciones para este fin y se convirtió en un aliado estratégico no sólo por su apertura para el trabajo de investigación, sino porque los capitanes de las embarcaciones representaron una fuente importante de información sobre delfines en el Golfo. Fue posible acompañar los recorridos de cinco embarcaciones: La Orca (4 oportunidades), Perla II (1 vez), Tormenta (2 oportunidades), Perla V (1 vez), y Ashe II (1 vez). Los directivos y operativos de la empresa se involucraron tanto con el Proyecto Delfín Gris que se familiarizaron con algunos delfines identificados en el proceso de determinación de abundancia, los nombraron y reportaban su avistamiento. Así mismo, se mostraron dispuestos a incluir en sus protocolos medidas de protección a la megafauna, como transitar a bajas velocidades en la zona costera o en caso de avistamiento de delfines.

Otras plataformas utilizadas fueron la lancha rápida “La Conti” de la Armada Nacional y Génesis una embarcación pesquera de Necoclí.



Figura 31. Observación de cetáceos en el Golfo de Urabá desde diferentes plataformas de oportunidad. a y b patrulleras de la armada nacional y c. embarcación turística

Participantes en recorridos de campo para información científica

Un total de 39 personas acompañaron los recorridos de recolección de datos acústicos y para fotoidentificación. El 65% (n=25) pertenecían a diferentes ramas de la comunidad académica, el 10% fueron pescadores, el 10% fueron activos de guardacostas, el 10%



pertenecieron al sector turístico, y 5% a otros sectores de la sociedad. Diez y nueve personas acompañaron más de una vez los recorridos.



Figura 32. Voluntarios de diferentes orígenes y disciplinas acompañando los recorridos de recolección de información científica

Capacitaciones

Se realizaron siete capacitaciones independientes dirigidas a los actores locales con un alcance de 147 personas que incluyeron pescadores, operadores turísticos estudiantes y miembros de otros sectores de la sociedad (Tabla 23). El tema central en todas las intervenciones fue la recolección de datos en campo. En las más extensas se habló de identificación de especies, métodos de estudio y avistamiento responsable.

Tabla 23. Capacitaciones registradas para diferentes actores en el marco del proyecto Delfín Gris

| Fecha | Lugar/institución | Duración (Horas) | Participantes |
|-------------------------|---|------------------|---------------|
| 15 noviembre de 2017 | Estación de Guardacosta de Urabá, Turbo | 3 | 26 |
| 22 noviembre 2017 | Mar de Risas, Necoclí | 3 | 22 |
| 16 septiembre de 2018 | Mar de Risas, Necoclí | 2 | 24 |
| 14-16 Octubre de 2018 | Universidad de Antioquia, Sede Turbo | 9 | 4 |
| 24 – 26 Octubre de 2018 | Mar de Risas, Necoclí | 12 | 26 |
| 24 de mayo de 2019 | Hostal la Mariapolis, Necocli | 4 | 10 |
| 28 de mayo de 2019 | Colegio Eduardo Espitia, Necoclí | 4 | 35 |
| | | | 147 |





Figura 2. Capacitación dirigida a pescadores y operadores turísticos en Mar de Risas, Necoclí



Figura 33. Capacitaciones en la Estación de Guardacostas de Urabá, Turbo



Figura 34. Taller de estudio y análisis de datos de cetáceos en el Colegio Eduardo Espitia, Necoclí

Experiencias previas en la ciencia ciudadana han reportado que los adiestramientos para voluntarios en los registros de fauna no necesariamente deben ser extensos y profundos. En otros proyectos definieron que medio de día de capacitación era suficiente para asegurar datos de calidad en las personas e inclusive para detectar tendencias en las poblaciones con el esfuerzo suficiente (Embling, et al., 2015). La limitación en el Golfo de Urabá para aumentar los registros está relacionada con la dificultad de hacer reportes de calidad desde la



costa y que la tasa de encuentro con cetáceos dentro del estuario es baja (8% - ver capítulo 2), por eso se hace necesario que cada vez más personas que interactúan con el agua de diferentes grupos e intereses sean informadas sobre las acciones de conservación que están a su alcance y capacitados en la toma de datos.

En el Golfo de Urabá además de las mesas intersectoriales permanentes de discusión en temas ambientales como las del Parque Nacional Katios, El Santuario de Fauna Acandí, Playón y Playona, y el DRMI Lago Azul los Manatíes, se crean espacios de diálogo según necesidades específicas entre los diferentes grupos de actores. Por lo general, los que convocan son las empresas que tienen intención de operar como parte de sus programas de responsabilidad social y ambiental, las Corporaciones Autónomas Regionales, y los encuentros académicos de las universidades y centros educativos. Inclusive el sector cultural tiene una fuerte incidencia en la divulgación de las riquezas naturales del Golfo y de las problemáticas asociadas a su uso. Estos últimos, se presentan de forma aislada y puntual, y la falta de continuidad en la mayoría de casos hace que se pierda el mensaje y las prácticas asociadas.

Para fortalecer los procesos se hacen necesarios realizar periódicamente los espacios de formación. Un ejemplo, es el curso anual de mamíferos acuáticos que ofrece la Universidad de Antioquia para la comunidad académica, pero deben abrirse otros donde se integren nuevos actores. La logística y financiamiento de éstos no necesariamente requiere de instituciones con brazo administrativo, sino que pueden ser subsidiadas por los mismos actores si se logra captar suficiente interés. Este fue el caso de dos de las capacitaciones realizadas en Necoclí en el espacio conocido como Mar de Risas. Los operadores turísticos al conocer la presencia de los delfines en el Golfo se organizaron para solicitar un curso sobre el tema (Figura 31). Algunos ofrecieron estadía a los facilitadores, otros la alimentación y gestionaron espacios y recursos para realizar por tres días esta actividad. Para el proyecto este espacio fue especialmente enriquecedor y los participantes se mostraron interesados en su acción desde los lugares en los que habitaban y trabajaban. En el Chocó, en Capurganá algunos actores quisieron replicar la experiencia, pero los temas burocráticos derivados de los líderes comunitarios impidieron que se realizara.



Es importante resaltar que la totalidad de las acciones se realizaron en el departamento de Antioquia, y que el departamento del Chocó, que es donde se presenta la mayor cantidad de registros no contó con programas de socialización, información y capacitación. Para el futuro, el contacto con estas comunidades es de vital importancia ya que son las que tienen más probabilidad de encuentro con cetáceos. Las dificultades en el desplazamiento, los altos costos de operación y la comunicación fueron limitantes para que se realizaran estos espacios en éste departamento.

En general, la receptividad de los diferentes grupos fue muy buena, los espacios se abrieron continuamente para hablar de los delfines entre la sociedad civil. Las empresas bananeras y los puertos se mostraron renuentes a incluir el tema y apoyar las actividades del Proyecto Delfín gris, y es entendible ya que por el momento no perciben ningún beneficio evidente que pueda favorecer el negocio. Sin embargo, nos fue solicitada información del proyecto para que esta fuera incluida dentro de sus análisis de impacto y esto puede ser entendido como una señal de apertura hacia acciones futuras.

Registros de ciencia ciudadana

Entre el 20 de junio de 2017 y el 18 de diciembre de 2019 se recibieron 105 llamadas para reportar avistamientos de cetáceos en diferentes sectores del Golfo de Urabá. Cincuenta y siete (57) de los registros fueron verificados a través de seguimiento de la fuente primaria, videos y fotografías (Figura 35).

El 28% de los registros (n=16) fueron realizados por la comunidad académica de la región, es decir, por estudiantes y profesores de la Universidad de Antioquia, sede Turbo. El 27% de los registros (n=15) los hicieron las fuerzas armadas, representadas en miembros de los cuerpos de infantería de marina y guardacostas y funcionarios de la DIMAR que se vincularon activamente al proyecto. El 21% de los relatos (n=12) provinieron de operadores turísticos representados en dueños de hoteles y hostales y operadores de embarcaciones de transporte de pasajeros. De este sector se presentaron 16 contactos adicionales con información sobre avistamientos que no pudieron comprobarse. Para ocho, fue comprobada su falsedad, ya que enviaron imágenes tomadas de internet en otros sectores geográficos de



Colombia y el mundo. El restante, no pudo comprobarse por falta de claridad en los relatos en cuanto a los lugares, características de los individuos, avistamiento.

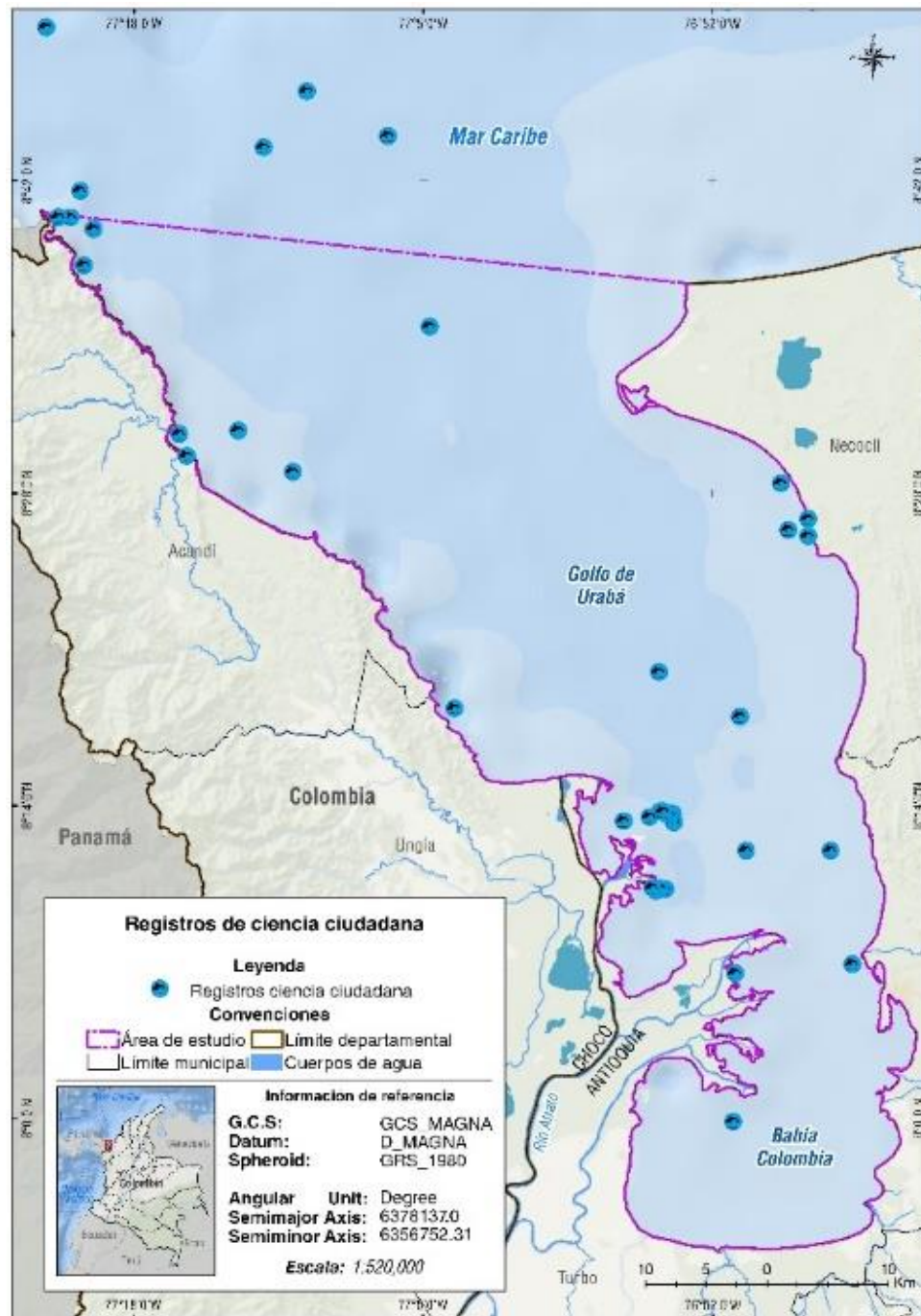


Figura 35. Registros de cetáceos reportados por científicos ciudadanos



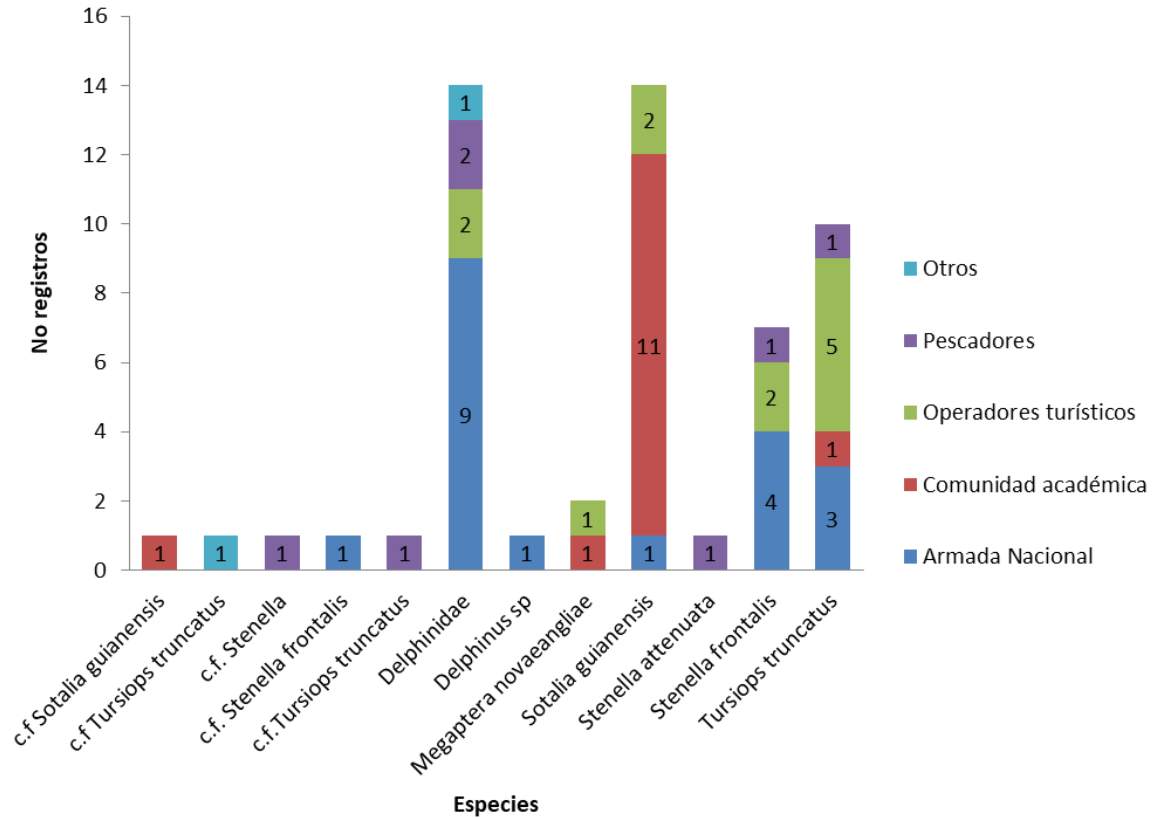


Figura 36. Registros de especies por los diferentes grupos de actores en el ejercicio de la plataforma de ciencia

El 12% de los registros (n=7) fueron reportados por pescadores que realizan sus faenas dentro del Golfo. Este grupo realizó 10 reportes que no pudieron comprobarse por las mismas razones expuestas para los operadores turísticos. Además, muchos de estos relatos eran reportados como crónicas de otros compañeros, familiares o personas que no querían revelar su identidad, lo que limitó aceptar los datos para los análisis de este documento.

El 12% de los registros (n=7) fueron realizados por otros actores como un miembro de la policía nacional, un veterinario, una periodista de medios locales y uno de los empresarios relacionados con los puertos licenciados en la región. Se recibieron 22 reportes anónimos de avistamiento que fueron descartados por falta de información, inconsistencias en los registros, y dificultad para determinar el origen de los relatos.

Sesenta y siete por ciento (67%, n=38) de las observaciones verificadas fueron registradas en video, 14% (n=8) cuentan con fotografías y video, 3% (n=5) sólo con



fotografías y 14% (n=8) no tienen registro audiovisual, pero fueron consideradas por provenir de personal entrenado vinculado al proyecto con relatos consistentes.

El 26%(n=14) de los registros confirmados fueron de la especie *Sotalia guianensis* (Delfín de guayana), 18% (n=10) de *Tursiops truncatus* (Delfín mular), 13% de *Stenella frontalis* (Delfín moteado del Atlántico). También se presentaron dos registros de *Megaptera novaeangliae* (Ballena jorobada) que constituyó un registro inédito. Parecía ser un juvenil de unos 8 metros de longitud que entró al sector de la desembocadura del río Atrato. De los 21 registros adicionales no se contó con fotografías, tenían información incompleta o no pudieron llevarse a nivel de suborden por lo tanto no fueron usados.



Figura 37. Registros de ciencia ciudadana reportados por diferentes actores del Golfo de Urabá

En el Golfo de Urabá, los voluntarios fueron capacitados de diferentes formas y se observó que todos los informantes que participaron de éstas jornadas fueron capaces de registrar datos completos y confiables. Los registros falsos o no confirmados provinieron de personas que no participaron en capacitaciones, pero que conocieron el proyecto por la voz a voz en la región o por los medios digitales. Se hace necesario ampliar los espacios de información y toma de datos a más personas para mejorar la calidad de la información recibida a través de la ciencia ciudadana. Otra limitación que se detectó fue el acceso a la tecnología, en especial por parte de los pescadores artesanales que no contaban con dispositivos para tomar fotos o hacer grabaciones de los avistamientos que limitaba la identificación de las especies.

La integración de ciudadanos científicos produjo datos confiables y aumentó la escala espacial y temporal del registro de cetáceos, además permitió registros de especies que no se habían relatado en el estuario y que confirman su distribución teórica en las aguas del Golfo. La continuidad de estos programas ampliará el conocimiento de los cetáceos a nivel local y



nacional como ha ocurrido en otros espacios geográficos. Algunos ejemplos sobre proyectos de ciencia ciudadana para el monitoreo de poblaciones de cetáceo son Sea Watch en el Reino Unido (www.seawatchfoundation.org.uk) cuyo programa ha mostrado gran efectividad y datos consistentes para detectar las tendencias en las poblaciones de delfines de las islas británicas (Malone, 2019) y *Onde estão as Baleias e Golfinhos?* en Rio de Janeiro, Brasil (<https://www.facebook.com/groups/baleiasgolfinhos.rj>) que hasta 2018 tuvo 5.826 voluntarios y 292 registros de ballenas y delfines en aguas costeras, con las que han podido construir mapas de presencia y distribución de cetáceos en aguas brasileras frente a este estado (SIBBR, 2020).

Divulgación

El proyecto atrajo la atención de radios nacionales, diarios locales y nacionales en formato físico y digital, cobertura internacional de algunos medios, e incluso un centro de educación pública en Colombia, conocido como SENA, hizo un documental en formato de cortometraje que se estrenó en año 2019, y en el 2020 Conservación Internacional lo incluyó en sus publicaciones haciendo un relanzamiento (Link: <https://www.youtube.com/watch?v=EP5sKuMbio4>).

Se generaron más de 20 notas de prensa (Tabla 21) en diferentes medios de comunicación locales y masivos, este fenómeno fomentó la comunicación con personas de diferentes regiones del país interesadas en ser voluntarias del proyecto, visitar el Golfo de Urabá y aportar económicamente al proyecto.

Este tipo de divulgación sobre el Golfo es especial ya que por lo general la información al público de esta región habla de conflictos sociales, armados, y de hechos delincuenciales que no permiten apreciar la verdadera riqueza natural del estuario por parte de nacionales y extranjeros. De hecho, en una revisión online de las noticias nacionales de 2017, 2018, 2019 y 2020 el único tema ambiental recurrente sobre la zona es la presencia de delfines (<https://news.google.com/>). Fuera de eso, sólo tres noticias más hablaron del Urabá como destino turístico y de los incendios que durante la pandemia afectaron el DRMI de la ensenada de Río Negro.



Encuestas

Los participantes de las encuestas aportaron al proyecto a través de la divulgación y de los registros de ciencia ciudadana y el proyecto aportó a los participantes a través de la adquisición de nuevos conocimientos y creando nuevas conexiones emocionales con los delfines y con el entorno natural que los rodea. El objetivo de apropiación y de despertar el interés sobre las especies de cetáceos se cumplió en todas las estrategias, se sensibilizó a personas con diferentes orígenes y disciplinas y se crearon alianzas de diferentes naturalezas con actores locales que contribuirán a la protección de las especies.

A continuación, se describe el resultado de las encuestas:

(1) Datos generales

Veintiséis (68%) de las 38 personas, 50% (n=13) hombres y 50% mujeres (n=13) entre los 19 y los 48 años, respondieron la encuesta. El 61% (n=16) pertenecían a la comunidad académica, el 23% (n=6) al sector de turismo, el 4% (n=1) a la pesca, el 4% (n=1) a la armada nacional y el 8% a otros sectores correspondientes a la comunidad local y un co-financiador.

(2) Forma en la que se vinculó al proyecto

El 65% de los participantes en la encuesta (n=17) conoció el proyecto a través de la gestión de la autora de este documento, el 12% (n=3) por un grupo que se creó en Facebook, el 13% (n=3) por el “voz a voz” de la comunidad local, el 8% (n=2) por la Fundación Omacha y el 4% (n=1) por la Universidad de Antioquia.

El 60% (n=16) de los entrevistados participó en salidas de campo, el 34% (n=10) participó en programas de formación y 24% (n=7) reportó avistamientos. Veintitrés por ciento de los entrevistados (n=4) participó del proyecto en más de una de las categorías descritas.

(3) Conocimientos adquiridos

Todos los entrevistados respondieron sí a las siguientes preguntas (1) “¿Adquirió nuevos conocimientos participando del proyecto?” (2) Luego de participar en el Proyecto



Delfín Gris ¿incorporó alguna nueva actividad o práctica en su vida? El 38% no sabía de la existencia de los delfines en el Golfo de Urabá antes de entrar en contacto con el proyecto

(4) Percepción del proyecto y acciones derivadas de la participación en él.

El 50% de los entrevistados reconoce que lo más importante del proyecto fue el conocimiento sobre los delfines, el 34% conocimiento y conservación, el 8% solo la conservación, y el 8% la emoción relacionada con los avistamientos de delfines.

Todos los entrevistados reconocieron que su actitud había cambiado después del contacto con el proyecto Reconozco en mis acciones algunas que pueden afectar al mar, a los delfines y a la naturaleza en general. Las respuestas más comunes fueron:

- “Reconozco el Golfo de Urabá como un lugar con una gran riqueza biológica y natural”
- “Me maravillo al contemplar el mar y la naturaleza en general”
- “Reconozco la importancia del mar y la naturaleza en general”
- “Reconozco en mis acciones algunas que pueden afectar al mar, a los delfines y a la naturaleza en general”
- “Estoy atenta a descubrir delfines en el mar del Golfo de Urabá”
- “Me preocupo por observar a los delfines con más atención para descubrir su especie y las características de los grupos”
- “Me siento feliz y orgulloso/a de vivir en un lugar con delfines”
- “Me preocupo por revisar mis acciones para proteger el mar, los delfines y la naturaleza,”
- “Me dan ganas de conocer lugares naturales de Colombia”
- “Disfruto contándole a las personas que hay delfines en el Golfo de Urabá y lo que sé de ellos”

Estas afirmaciones denotan la adquisición de nuevos compromisos personales e interés no sólo con los delfines, sino la construcción de nuevas relaciones con el entorno natural con el que conviven.



4.3.3 Conclusiones

La participación de actores locales en la conservación, desde la recolección de información, el análisis, la creación de medidas, el ordenamiento, la implementación, la gestión y el seguimiento, se ha identificado como una característica de proyectos exitosos de conservación marina (Leslie, 2005; Lundquist & Granek, 2005). El tipo y alcance de la participación entre los actores varía, sin embargo, la incorporación de diversas visiones e intereses debe reconocerse, especialmente cuando esas partes tienen contacto directo con el componente natural que se planea proteger ya que pueden actuar como captadores de información y autorregularse para cumplir los acuerdos definidos por ellos mismos. Debe ser un proceso a largo plazo y permanente acorde con los contextos locales.

En este proyecto, usando diferentes estrategias fue posible financiar parcialmente el trabajo en campo, recolectar información confiable, promover la apropiación de los habitantes de la región sobre la fauna de su territorio y comunicar la relevancia del estudio y conservación de los delfines en el Golfo de Urabá.

Para los cetáceos la escasez de datos biológicos y ecológicos limita la formulación de acciones de manejo y conservación específicos para las poblaciones, así que estas estrategias de ciencia ciudadana y articulación de diferentes grupos con la comunidad académica son alternativas reales para llenar vacíos en información y generar herramientas de ordenamiento marino-costero.

Se propone, como paso inicial para minimizar los impactos de las actividades humanas sobre los delfines en el Golfo de Urabá, la implementación de normas de conducta voluntarias de pescadores, operadores turísticos y empresarios que participen activamente en la recolección de información, reconozcan las problemáticas ambientales asociadas a los cetáceos y que genuinamente deseen ser parte de la solución. Para promover estas conductas deben diseñarse estrategias de educación ambiental, fortalecer la difusión en los medios de comunicación y abrir espacios para discutir la mejor forma de llevar a cabo iniciativas considerando las condiciones locales. La invitación sería en este caso para los y las pescadores y pescadoras, la revisión cada seis horas de las redes de trasmallo para disminuir la mortalidad por captura incidental y para los operadores turísticos transitar a bajas



velocidades (<de 10 nudos) en los primeros 5 km de la franja costera y en caso de avistamiento de delfines y evitar el acoso a los grupos de delfines cuando se presenta un avistamiento siguiendo los lineamientos nacionales de avistamiento responsable.

Un factor determinante para formalizar la conservación de los cetáceos es incorporarlos en las agendas de los proyectos productivos y de las autoridades ambientales, así como la integración de grupos de estudio de otros compartimientos del ecosistema como los manglares y los peces para sustentar con más fuerza las necesidades de una protección integral del Golfo que beneficiará a todos los actores asociados al medio acuático.

Las acciones de comunicación y contacto continuo con los colaboradores para mantener la motivación garantizarán que los procesos de recolección de información y apropiación continúen con los objetivos de conservación de cetáceos en el Golfo de Urabá y la inclusión de nuevos actores institucionales y productivos aumentará la posibilidad de protección de las poblaciones.

Finalmente, muchos de los actores mostraron interés en ofrecer a los delfines como parte de los paquetes turísticos lo que les daría un valor adicional de sustento a las poblaciones del Golfo. Por la experiencia de este trabajo, la tasa de avistamiento es muy baja para garantizar las observaciones a los visitantes del Golfo. Sin embargo, incluir a los cetáceos en la lista de posibilidades es también una oportunidad para educar a nuevos públicos y actores sobre su importancia



5. Conclusiones generales

Este trabajo es el primero que abarca los temas de ocurrencia, distribución e impactos antrópicos de los cetáceos en el Golfo de Urabá, y aporta información importante sobre las poblaciones de *Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus* a nivel local, nacional y regional que pueden ser utilizados en el ordenamiento marino costero y considerados en los planes para declarar o ampliar áreas protegidas marinas. En este capítulo se presentan las principales conclusiones generadas a partir de la información obtenida.

La abundancia para las dos especies fue calculada en menos de 100 individuos. Para *Sotalia guianensis* la abundancia corregida fue de 63 individuos, y para *Tursiops truncatus*, 50. Este escenario debe considerarse una alerta sobre las condiciones de las poblaciones, promover la continuidad de la recolección de información sistemática y tomar medidas inmediatas para disminuir las amenazas actuales a los individuos y poblaciones. El área vital identificada en este estudio corresponde a 65 Km² y al 10% del área estudiada. Los modelos predictivos de distribución para las dos especies evidencian que las regiones con mayor probabilidad de uso son las costeras, de hasta 4 km de distancia a la línea de marea, y aguas hasta los 20 m de profundidad y evidencian la desembocadura del río Atrato que cumple con características que favorecen las actividades de alimentación, cuidado parental y entrenamiento de juveniles, por lo que se debe priorizar esta región, para el inicio de monitoreos y como área clave para la protección de éstas especies.

Las amenazas actuales para los cetáceos en el Golfo de Urabá son la captura incidental y el tráfico marino. Para afinar el cálculo de la magnitud de estos impactos se sugiere hacer un censo de capturas incidentales con los pescadores artesanales, realizar estudios específicos de comportamiento en presencia de embarcaciones y priorizar la determinación de magnitud del impacto de las embarcaciones rápidas de transporte de pasajeros ya que representan la mayor amenaza debido a la velocidad y potencia de los motores. Además, de los monitoreos de registro, es importante incluir a los cetáceos en las discusiones de las mesas sectoriales e



intersectoriales de la región, para controlar los impactos y para ser usados en la delimitación de áreas prioritarias de conservación.

Se infirió que la construcción y operación de puertos en la región aumenta el riesgo sobre las poblaciones de cetáceos, especialmente durante las actividades de hincado de pilotes, anclaje y construcción de plataformas marinas y durante el dragado. Por esta razón es imperativo que los delfines sean incluidos en los Estudios de Impacto Ambiental, los Planes de Manejo Ambiental, y otras estrategias de conservación lideradas por los proyectos portuarios para asegurar la permanencia de éstas especies en el Golfo, la salud de las poblaciones y la conservación de los ecosistemas en los que habitan.

Gracias a los ejercicios de colecta de datos y ciencia ciudadana pudieron registrarse y confirmarse la presencia de otras tres especies de cetáceos: el Delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*), Delfín moteado pantropical (*Stenella attenuata*), y la Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*). También se han registrado con anterioridad otras especies, lo que muestra que por lo menos ocho especies de cetáceos transitan, usan o habitan el Golfo de Urabá. Se hace necesario profundizar sobre este tema y usar las herramientas institucionales desde diferentes frentes para recolectar información y generar medidas efectivas de conservación. Para liderar este proceso se invita a las Corporaciones Autónomas Regionales y a la comunidad académica que actúa en el Golfo de Urabá en especial a la Universidad de Antioquia-

Se recomienda la creación de una figura de protección dentro de la estrategia del Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP), para el sector del Roto como una de las áreas importantes para las especies de cetáceos más frecuentemente avistadas en el Golfo (*Sotalia guianensis* y *Tursiops truncatus*). Este sector no sólo ha sido reconocido como vital para estas especies, sino que contiene uno de los parches de manglar más conservados del estuario, actuando como sala cuna de especies de peces, protección costera y regulador del clima a nivel mundial.

Se propone, como paso inicial para minimizar los impactos de las actividades humanas sobre los delfines en el Golfo de Urabá, la implementación de normas de conducta voluntarias de pescadores, operadores turísticos y empresarios. Para la actividad pesquera se



recomienda la reducción en los tiempos de las revisiones de redes de espera fijas y a la deriva para reducir las capturas incidentales. Para disminuir el riesgo de colisión con lanchas rápidas, se recomienda que éstas transiten a velocidades menores a 10 nudos en la franja costera, hasta las 2,5 mn de distancia a la costa, que son identificadas como las áreas de mayor presencia de delfines según los modelos de idoneidad de hábitats y para las iniciativas portuarias, se recomienda el monitoreo acústico de las actividades de mayor riesgo y el cese de actividades en caso de presencia de cetáceos en las áreas durante la construcción.



6. Información complementaria

6.1 Registro de aves

Durante los recorridos se realizó un registro fotográfico de las aves presentes y se hizo una descripción de las especies observadas durante los avistamientos de delfines. Se consultaron guías de identificación de aves (Miller, 2017; Kratter, 2015) y posteriormente se consultó a especialistas para confirmar las especies.

6.1.1 Interacción con aves de *Sotalia guianensis* o Delfín de guayana

Las asociaciones ente aves marinas y cetáceos son comunes y abarcan gran diversidad de especies en el mundo. Se ha descrito que estas interacciones pueden ser comensalistas, oportunistas y parásitas (Evans, 1982; Martin, 1986; Thomas, 1988). En 18 de los avistamientos (90%) para esta especie, se observó la presencia de aves. Fueron identificados 7 especies diferentes, de las cuales sólo cuatro fueron identificadas hasta el nivel taxonómico más bajo y tres hasta familia. Se observaron tres tipos de gaviotines (Familia Sternidae), el más frecuente fue *Thalasseus maximus* en el 30% de los avistamientos (11), en dos ocasiones un gaviotín no identificado y en otras dos, *Thalasseus sanvicensis*. En el 19% de los avistamientos (n=7) se observaron fragatas o tijeretas *Fregata magnificens* y pelícanos de la especie *Pelecanus occidentalis* y en una ocasión una gaviota (Familia Laridae) (Figura 38).

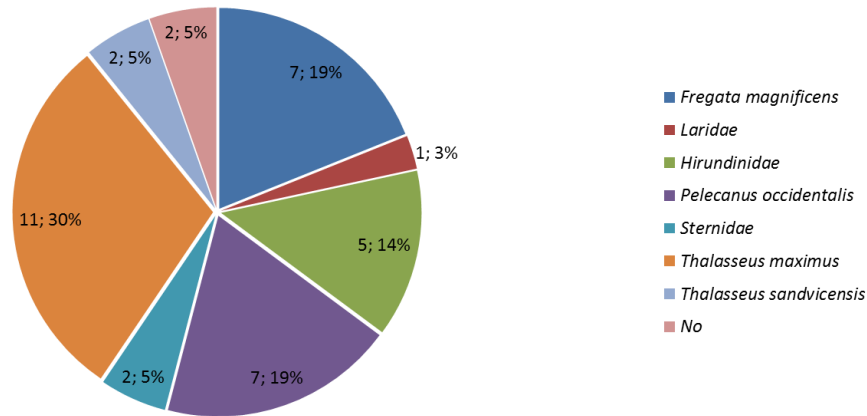


Figura 38. Aves registradas durante los avistamientos de *S. guianensis* en el golfo de Urabá.



La presencia de aves se registró en todos los comportamientos y en trece ocasiones había más de una especie (Figura 39). Las interacciones más evidentes se observaron durante la alimentación y cuando los grupos de delfines eran más grandes.

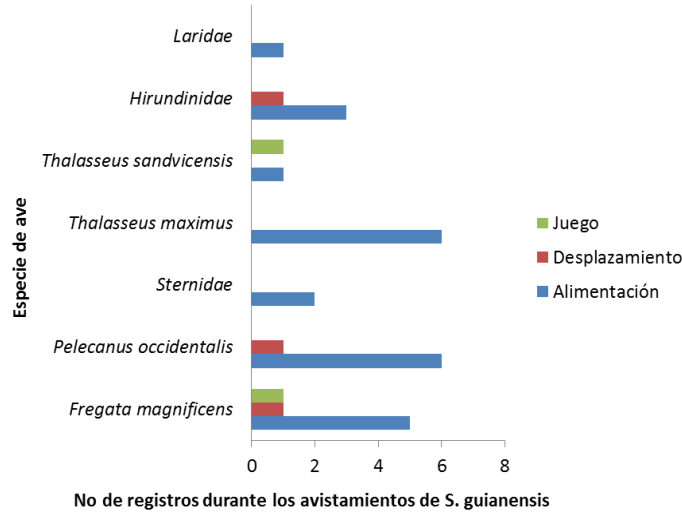


Figura 39. Presencia de aves según el comportamiento

Las asociaciones observadas tuvieron duraciones variables y consistían en la aproximación de las aves y su permanencia asociada a un grupo de delfines. En todos los casos las aves aparecían después de que los delfines eran detectados y era evidente la actividad en superficie. Se han descrito diversos tipos de asociación entre las aves y los delfines (Pierotti, 1988; Santos, et al., 2010). En este trabajo se observaron aves y mamíferos en la misma área, sin interactuar y explotando diferentes tipos de alimentos; aves y mamíferos atraídos por la misma fuente de alimento, pero no interactuando; aves atraídas activamente por mamíferos forrajeros y aves alimentándose de restos de comida de delfines.

En el caso de las aves atraídas activamente por los delfines, cada especie exhibió comportamientos diferenciados: *T. maximus*, *T. sanvicensis* y *Sterna* spp. se lanzaban en picada y con su pico alcanzaban las presas en la superficie del agua. *F. magnificens* capturaba peces en la superficie del agua sin sumergirse o robaba peces de otras aves en el agua. Los pelícanos, volaban a los lugares donde los delfines se alimentaban, flotaban en el agua y periódicamente metían la cabeza bajo el agua en busca de presas. Parece que esta relación



resulta favorable para las aves porque los delfines acercan las presas a la superficie, las acorralan concentrando los cardúmenes en un solo lugar y disminuyen el gasto energético de las aves (Schoener, 1971; Evans, 1982).



Figura 40. Avistamiento de aves durante el registro de *S. guianensis* en el golfo de Urabá. a y b *Thalasseus maximus*, c. *Thalasseus sandvicensis*, d. *Pelecanus occidentalis*, e. *Hirundinidae*, f. *Fregata magnificens*

Se sabe que para *S. guianensis*, los eventos de interacción con aves se consideran ocasionales y oportunistas y no implican dependencia de ninguna de las partes (Cremer, et al., 2004; Santos, et al., 2010). Todas las especies de aves y su comportamientos en presencia de grupos de delfines observados se han descrito en la literatura, no se detectaron comportamientos especializados como se han descrito en otras áreas de distribución



(Monteiro-Filho, 1992; Cremer, et al., 2004; Santos, et al., 2010; Espinoza-Rodríguez, et al., 2015; Garcia & Trujillo, 2004).

El estudio de estas relaciones puede alimentar en un futuro modelos más robustos de distribución (Godsoe & Harmon, 2012), puede ser insumo para entender procesos coevolutivos (Brockhurst, 2013) y es nueva información que permite entender las relaciones ecológicas entre grupos de fauna de los que poco se conoce en el área de estudio.

6.1.2 Interacción con aves de *Tursiops truncatus* o Delfín Mular

En el 50% de los avistamientos de *T. truncatus* se detectó la presencia de aves. Un individuo de la familia Sternidae, la fragata o tijereta *Fregata magnificens* y el gaviotín real, *Thalasseus maximus*. Todas las especies estuvieron presentes durante el comportamiento de alimentación. *Thalasseus maximus* presentó vuelos bajos, y alimentación durante las interacciones, pero las otras especies no mostraron una interacción visible con los delfines.

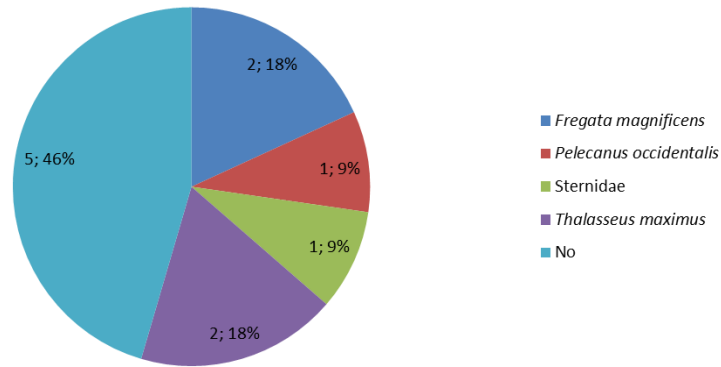


Figura 41. Aves registradas durante los avistamientos de *T. truncatus* en el golfo de Urabá.



6. Referencias Bibliográficas

Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH, 2014. *Sondeo de Mercado. Red de Observaciones Meteorológicas y Oceanográficas*. Bogotá: Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH.

Agnarsson, I. & May-Collado, L. J., 2008. The phylogeny of Cetartiodactyla: The importance of dense taxon sampling, missing data, and the remarkable promise of cytochrome b to provide reliable species-level phylogenies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, Volumen 48, p. 964–985.

Agudelo Restrepo, P., 2016. *Puerto Internacional del Darien*. [En línea] Available at: https://www.youtube.com/watch?v=41_4KWkmQB8 [Último acceso: 13 marzo 2017].

Aguilera, J., 1988. Estudio Oceanográfico para Diseño de las Obras de Protección de las Playas de Turbo. *Boletín Científico CIOH*, Issue 14, pp. 79-90.

Ailey, D. G. y otros, 2017. Spatio-temporal occurrence patterns of cetaceans near Ross Island, Antarctica, 2002–2015: implications for food web dynamics. *Polar Biology*, pp. 1-15.

Altmann, J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, Volumen 49, p. 227–267.

American Bureau of Shipping, 2020. *Risk assessment applications for the marine and offshore industries*, New York, USA: American Bureau of Shipping.

Anderson, D. R. B. K. P. & W. G. C., 1994. AIC model selection in overdispersed capture-recapture data. *Ecology*, Volumen 75, p. 1780–1793.



ANLA, 2016. *Resolution 0078 - Por la cuál se modifica la Licencia Ambiental otorgada mediante la resolucion No032 de 2012 a Puerto Bahia Colombia de Uraba*. Bogotá: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

ANLA, 2017a. *Resolución 00297 - Por la cual se otorga una Licencia ambiental a la Sociedad Portuaria de Turbo - Pisisi*. Bogotá: Autoridad Ambiental de Licencias Ambientales.

ANLA, 2017b. *Resolución 1092 - Por la cual se otorga una Licencia Ambiental a la Sociedad de Proyectos e Infraestructura SPIASA-SAS*. Bogotá: Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

Ansink, E. y otros, 2017. Crowdfunding public goods: An experiment. *Tinbergen Institute*, Volumen 17-119/VIII.

Aqua&Terra, 2016. *MODIFICACIÓN DE LICENCIA AMBIENTAL PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE UN TERMINAL PORTUARIO DE GRANELES SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE TURBO*, Medellín: Puerto Bahía Colombia S.A.

ArcGis, 2012. *ArcGis Resource Center*. [En línea] Available at: <http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009z00000011000000> [Último acceso: 18 08 2020].

AUNAP Y Fundación Humedales, 2012. *Caladeros de pesca del Golfo de Uraba -l Convenio 001 de 2012*, s.l.: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y la Fundación Humedales.

Austin, M., 2007. Species distribution models and ecological theory: A critical assessment and some possible new approaches.. *Ecological Modelling*, Volumen 200, p. 1–19.

Avellaneda, F., 2005. Petróleo, seguridad ambiental y exploración petrolera marina en Colombia. *Revista de Ciencias Sociales*, Volumen 21, pp. 11-17.



Avila, I. C. & Giraldo, A., 2022. Areas en riesgo para los mamíferos marinos en Colombia. *Revista de Biología Tropical*, Volumen 70, pp. 96-113.

Avila, I. C., Kaschner, K. & Dormann, C. F., 2018. Current global risks to marine mammals: Taking stock of the threats. *Biological Conservation*, Volumen 221, p. 44–58.

Avila, I., Correa, L. M. & Parsons, E., 2015. Whale-watching activity in Bahía Málaga, on the Pacific coast of Colombia, and its effect on humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) behavior. *Tourism in Marine Environments*, 11(1), pp. 19-32.

Avila, I., Correa, L. M. & Van Waerebeek, K., 2017. Where humpback whales and vessel traffic coincide, a Colombian Pacific case study. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural Chile*, Volumen 66, pp. 85-99.

Avila, J. M., 1995. *Aspectos biológicos y etológicos de delfines costeros con énfasis en la especie Sotalia fluviatilis (Delphinidae) en la Bahía de Cispatá, Caribe Colombiano.*, Santa Marta: Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Azevedo, A. y otros, 2017. The first confirmed decline of a delphinid population from Brazilian waters: 2000–2015 abundance of *Sotalia guianensis* in Guanabara Bay, South-eastern Brazil. *Ecological Indicators*, Volumen 79 , pp. 1-10.

Azevedo, A. F., Oliveira, A. M., Viana, S. C. & Van Sluys, M., 2007. Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, Volumen 87, p. 201–205.

Azevedo, A. F., Oliveira, A. M., Viana, S. C. & Van Sluys, M., 2007. Habitat use by marine tucuxis (*Sotalia guianensis*)(Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), pp. 201-205.

Azevedo, A. F. y otros, 2003. Estimativa do tamanho da população de botos (*Sotalia fluviatilis*) da baía Guanabara (RJ), por meio da técnica de foto-identificação. *Abstracts, VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, Ceará.* , pp. 175-176.



Azevedo, A. y otros, 2009. Human-induced injuries to marine tucuxis (*Sotalia guianensis*)(Cetacea: delphinidae) in Brazil. *Marine Biodiversity Records*, Volumen 2, pp. 1-5.

Azevedo, A., Viana, S. C., Oliveira, A. & Van Sluys, M., 2005. Group characteristics of marine tucuxis (*Sotalia fluviatilis*) (Cetacea: Delphinidae) in Guanabara Bay, south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological*, 85(01), pp. 209 - 212.

Bailey, H. y otros, 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin*, Issue 60, p. 888–897.

Baird, R., 2018. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [En línea] Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T18596A145357488> [Último acceso: 20 03 2019].

Barragán-Barrera, D. y otros, 2019. Ecological Niche Modeling of Three Species of *Stenella* Dolphins in the Caribbean Basin, With Application to the Seaflower Biosphere Reserve. *Frontiers in Marine Science*, 6(10), pp. 1-17.

Barreto, C., Bustamante, C., Toro, M. & Valderrama, M., 2013. *Los pescadores del Golfo de Uraba*. Si lugar: AUNAP - Fundación humedales.

Barros, N. B. & Wells, R., 1998. Prey and feeding patterns of resident bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay, Florida. *Journal of Mammalogy*, Volumen 79, p. 1045–1059..

Bazzalo, M., 2016. *Comportamiento social, uso de hábitat e impacto antrópico en el delfín gris Sotalia fluviatilis (Gervais, 1853) en Santa Catarina (Brasil) extremo austral de su distribución*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Buenos Aires, Argentina: s.n.

Bazzalo, M., Flores, P. A. & Pereira, M. G., 2008. Uso de hábitat y principales comportamientos del Delfín Gris (*Sotalia Guianensis*, Van Bénédén, 1864) en la Bahía Norte, Estado de Santa Catarina, Brasil. *Mastozoología Neotropical*, 15(1), pp. 9-22.



Bearzi, G. y otros, 2010. Biomass removal by dolphins and fisheries in a Mediterranean Sea coastal area: do dolphins have an ecological impact on fisheries?. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(5), pp. 549-559.

Bearzi, M., 2005. Aspects of the ecology and behavior of bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in Santa Monica Bay, California. *The Journal of Cetacea Research and Management*, Volumen 7, pp. 75-83.

Bearzi, M., 2012. Cetaceans and MPAs should go hand in hand: A case study in Santa Monica Bay, California. *Ocean and Coastal Management*, Volumen 60, pp. 56-59.

Becker, E. A. y otros, 2020. Performance evaluation of cetacean species distribution models developed using generalized additive models and boosted regression trees. *Ecology and Evolution*, Volumen 10, p. 5759–5784.

Bejder, L. y otros, 2006. Decline in relative abundance of bottlenose dolphins exposed to long-term disturbance. *Conservation Biology*, , 20(6), pp. 1791-1798.

Biomunicipios, 2009. *Biomunicipios*. [En línea] Available at: <http://biomunicipios.org/701.html> [Último acceso: 4 marzo 2015].

Birkun, A. J., 2002. Disturbance to cetaceans in the Black Sea. . En: N. di Sciara, ed. *Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies*. Monaco: A report to the ACCOBAMS Secretariat, pp. 7-14.

Bittencourt, L., Carvalho, R., Lailson-Brito, J. & Azevedo, A., 2014. Underwater noise pollution in a coastal tropical environment. *Marine Pollution Bulletin*, Volumen 83, p. 331–336.

Bittencourt, L. y otros, 2016. Underwater noise in an impacted environment can affect Guiana dolphin communication. *Marine pollution bulletin*, 114(2), pp. 1130-1134.



Blanco-Libreros, J. F. & Londoño-Mesa, M. H., 2016. *Expedición Caribe sur: Antioquia y Chocó costeros*. 1 ed. Bogotá: Secretaria Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano.

Boer, M., Simmonds, M., Reijnders, P. & Aarts, G., 2014. The Influence of Topographic and Dynamic Cyclic Variables on the Distribution of Small Cetaceans in a Shallow Coastal System. *PLoS ONE*, Volumen 9, p. e86331. doi:10.1371/journal.pone.0086331 .

Bonin, C. A. L. E. A., van Wijnen, A. J., Cremer, M. J. & Simões-Lopes, P. C., 2017. Habitat Preference and Behaviour of the Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in a Well-Preserved Estuary off Southern Brazil. *Pakistan Journal of Zoology*, 49(6), pp. 2235-2242.

Booth, C. G., Sinclair, R. R. & Harwood, J., 2020. Methods for Monitoring for the Population Consequences of Disturbance in Marine Mammals: A Review. *Frontiers in Marine Science* , 7(115), pp. 1-18.

Borobia, M., Siciliano, S., Lodi, L. & Hoek, W., 1991. Distribution of the South American dolphin *Sotalia fluviatilis*. *Canadian Journal of Zoology*, Volumen 69, pp. 1025 - 1039.

Bossart, G. D., 2006. Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health. *Oceanography*, 10(2), pp. 134-137.

Bössenecker, P., 1978. The capture and care of *Sotalia guianensis*. *Aquatic Mammals* , Volumen 6, pp. 13-17.

Boyd, I. L., Boen, W. D. & Iverson, S. J., 2010. *Marine Mammal Ecology and Conservation*. Primera ed. Oxford: Oxford University Press.

Braulik, G. & Jefferson, T., 2018. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [En línea]

Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T20732A50375312>.

[Último acceso: 23 04 2019].



Braun, V. & Clarke, V., 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), pp. 77-101.

Brockhurst, M., 2013. Experimental coevolution of species interactions. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(6), pp. 367-375.

Brownell Jr., R. L. y otros, 2019. Bycatch in gillnet fisheries threatens Critically Endangered small cetaceans and other aquatic megafauna. *Endangered Species Research*, Volumen 40, p. 285–296.

Brown, S., Reid, D. & Rogan, E., 2014. Characteristics of Fishing Operations, Environment and Life History Contributing to Small Cetacean Bycatch in the Northeast Atlantic. *PLOS ONE*, Agosto.9(8).

Burnham, K. P. & A. D. R., 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. s.l.:Springer.

Burt, W. H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), pp. 346-352..

Buscaino, G. y otros, 2021. Artisanal fishing, dolphins, and interactive pinger: A study from a passive acoustic perspective. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Volumen 318, pp. 2241-2256.

Caballero, S. y otros, 2007. Taxonomic status of the genus Sotalia: species level ranking for “Tucuxi” (*Sotalia fluviatilis*) and “costero” (*Sotalia guianensis*) dolphins. *Marine mammals science*, 23(2), pp. 358-386.

Caballero, S. y otros, 2010. Mitochondrial DNA diversity, differentiation and phylogeography of the South American riverine and coastal dolphins *Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 8(1-2), pp. 69-70.

Camacho, A. & Pérez, S., 2014. *Elementos para la construcción de la Visión Urabá, biodiversidad y servicios ecosistémicos como base para el desarrollo, la sostenibilidad y el bienestar*, Bogotá, D. C. Colombia: s.n.



Cañadas, A., Sagarminaga, S. & Garcia-Tiscar, S., 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain I 49: .. *Deep-Sea Research*, I(49), p. 2053–2073.

Capella Alzueta, J., Florez Gonzales, L., Trujillo, F. & Flak, P., 2006. Delfin nariz de botella - *Tursiops truncatus*. En: J. V. Rodriguez Maecha, M. Alberico, F. Trujillo & J. Jorgenson, edits. *Libro rojo de los Mamíferos de Colombia*.. Bogotá(Bogotá): Conservación Internacional, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, pp. 381-385.

Chavillot, P., Molina, A., Giraldo, L. & Molina, C., 1992. Estudio geológico del Golfo de Urabá. *Boletín científico CIOH*, Volumen 14, pp. 79-89.

Chen, M.-H.y otros, 2017. Tissue concentrations of four Taiwanese toothed cetaceans indicating the silver and cadmium pollution in the western Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, p. in Press.

Chilvers, B. L. y otros, 2005. Moreton Bay, Queensland, Australia: an example of the co-existence of significant marine mammal populations and large-scale coastal development. *Biological Conservation*, 122(4), pp. 559-571.

Christiansen, F. & Lusseau, D., 2014. Understanding the ecological effects of whale-watching in cetaceans. En: J. Higham, L. Bejder & R. Williams, edits. *Whale-watching: Sustainable Tourism and Ecological Management*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 177-192.

CIOH, 2018. *Trafico marino en el Golfo de Urabá*. Turbo, Antioquia: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de Colombia.

Connor, R., W. R., Mann, J. & Read, A., 2000. The Bottlenose Dolphin - Social Relationships in a Fission-Fusion Society.. En: J. Mann, R. Connor, P. Tyack & H. Whitehead, edits. *Cetacean Societies: Field Studies of Whales and Dolphins*. . Chicago, USA: The University of Chicago Press, pp. 91-126.

Cooch, E. G. & White, G. C., 2019. *Program MARK - A Gentle Introduction*. 19th ed. Colorado, USA: Colorado State University.



Cooke, J., 2018. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [En línea] Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T13006A50362794>. [Último acceso: 26 05 2019].

Cope Mattson, M., Thomas, J. A. & St. Aubin, D., 2005. Effects of Boat Activity on the Behavior of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Waters Surrounding Hilton Head Island, South Carolina. *Aquatic Mammals*, 31(1), pp. 133-140.

CORPOURABA, CODECHCO, MINAMBIENTE y Parques Nacionales Naturales de Colombia Territorial Caribe, 2018. *POMIUAC - Plan de Ordenación y Manejo Integrado de la Unidad Ambiental Costera Darién*, s.l.: MINAMBIENTE -CORPOURABA.

CORPOURABA, 2006. *Resolución No. 03-02-01 2125 _por el cual se crea el Parque Regional Natural del sistema manglarico en el Delta del Rio Atrato, Municipio De Turbo*. Turbo, Antioquia: Corporacion para el Desarrollo Sostenible del Uraba .

Correa-Rendón, J. D. y otros, 2015. *DESCRIPCIÓN DE UN NUEVO ECOSISTEMA CORALINO EN EL CARIBE SUR: BAJOS DE LA PUNTA CARIBANA (COLOMBIA)*, Apartadó: Universidad de Antioquia y Corpourabá.

Cox, S. y otros, 2018. Oceanographic drivers of marine mammal and seabird habitat-use across shelf-seas: a guide to key features and recommendations for future research and conservation management. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volumen 212, pp. 294-310.

Cremer, M., 2000. *Ecologia e Conservação do Golfinho Sotalia fluviatilis guianensis (Cetacea: Delphinidae) na Baía de Babitonga, Litoral Norte de Santa Catarina*, s.l.: s.n.

Cremer, M. J., Simões-Lopes, P. C. & Pires, J. S. R., 2004. Interações entre aves marinhas e *Sotalia guianensis* (P. J. Van Bénédén, 1864) na Baía da Babitonga, Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias Juiz de Fora*, 6(1), pp. 103-114.

Creswell, J. W. & P. C. N., 2018. *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches*. Nebraska: SAGE publications.



CrowdHub, 2014. *CrowdHub*. [En línea] Available at: <https://unmundoconvalores.wordpress.com/2014/05/07/como-escoger-plataforma-de-crowdfunding/> [Último acceso: 12 mayo 2017].

Culik, B. M., 2004. *Review of Small Cetaceans. Distribution, Behaviour, Migration and Threats*. Bonn, Germany: UNEP / CMS Secretariat.

da Silva, V. y otros, 2010. Report of the working group on distribution, habitat characteristics and preferences, and group size. *LAJAM*, 8(1-2), pp. 31-38.

da Silva, V. M. F. & Best, R. C., 1994. Tucuxi, *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853). En: S. Ridgway & R. Harrison, edits. *Handbook of marine mammals*. London, UK: Academic Press, pp. 43 - 69.

Daura-Jorge, F., Wedekin, L., Piacentini, V. & Simões-Lopes, P., 2005. Seasonal and daily patterns of group size, cohesion and activity of the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (P.J. Van Bénédén) (Cetacea, Delphinidae), in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(4), pp. 1014-1021.

David, J., 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. *Water and Environment Journal*, Volumen 20, p. 48–54.

David, J., 2006. Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise.. *Water and Environment Journal*, Volumen 20, p. 48–54.

Diaz, J. M., 2007. *Deltas y Estuarios de Colombia*. 1 ed. Bogotá D.C: Banco de Occidente.

DIMAR, 2018. *Respuesta a su oficio No.182018102212_ Solicitud de Datos para Proyecto de Investigación el “DELFIN GRIS”*, Turbo, Antioquia: Dirección General Marina.

Dolman, S. J. & Moore, M. J., 2017. Welfare implications of cetacean bycatch and entanglements. En: *Marine Mammal Welfare: Human Induced Change in the Marine Environment and its Impacts on Marine Mammal Welfare*. s.l.:Springer, pp. 41-66.



Domit, C. y otros, 2020. *REPORT: Sotalia guianensis pre-assessment workshop: main results and status of the current knowledge*, Santos, Brasil: IWC - International Whaling Commission.

Domit, C. L. y otros, 2016. Report of the Working Group on the Behavioral Ecology of bottlenose dolphins in the Southwest Atlantic Ocean. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 11(1-2), pp. 106-120.

Duinker, J. C., Hillebrand, J., Zeinstra, T. & Boon, J. P., 1989. Individual chlorinated biphenyls and pesticides in tissues of some cetacean species from the North Sea and the Atlantic Ocean; tissue distribution and biotransformation. *Aquatic mammals*, 15(3), pp. 95-124.

Dussan-Duque, B. S., 2013. *Ecology of the Guiana Dolphin (Sotalia guianensis) in the southern area of the gulf of Morrosquillo, Colombia: Implications for conservation*, St Andrews: University of St Andrews.

Eckerd College, 2008. *Users guide - Digital Analysis and Recognition of Whale Images on a Network (DARWIN)*, s.l.: National Marine Fisheries Services.

Edwards, H. & Schnell, G., 2001. Status and ecology of *Sotalia fluviatilis* in the Cayos Miskito Reserve, Nicaragua. *Marine Mammal Science*, Volumen 19, p. 445–472.

Eisenhart, M. & Jurow, A. S., 2011. Teaching qualitative research. En: *The SAGE handbook of qualitative research*. s.l.:SAGE, pp. 699-714.

El Colombiano, 2015. *El Colombiano*. [En línea] Available at: <http://www.elcolombiano.com/encuentran-ballenato-muerto-en-el-golfo-de-uraba-DK1419656>

[Último acceso: 2015 marzo 5].

Elith, J. & Leathwick, J. R., 2009. Species distribution models: Ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Volumen 40, p. 677–697.



Embling, C. B., Walters, A. E. M. & Dolman, S. J., 2015. How much effort is enough? The power of citizen science to monitor trends in coastal cetacean species. *Global Ecology and Conservation*, Volumen 3, pp. 867-877.

EPA, 1998. *Guidelines for Ecological Risk Assessment*, Washington: U.S. Environmental Protection Agency.

Espinoza Rodríguez, N., De Turrís-Morales, K., Shimada, T. & Barrios-Garrido, H., 2019. Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in the southern Gulf of Venezuela: seasonal distribution, group size, and habitat use. *Regional Studies in Marine Science*, Volumen 32, p. 100874.

Espinoza-Rodríguez, N. y otros, 2015. Asociaciones entre aves marinas y *Sotalia guianensis* en el sur del golfo de Venezuela. *Caldasia*, 32(2), pp. 309-318.

ESRI, 2020. *Cómo funciona la densidad kernel*, s.l.: s.n.

Evans, P., Canwell, P. & Lewis, E., 1992. *An experimental study of the effects of pleasure craft noise upon bottlenose dolphins in Cardigan Bay, West Wales*. San Remo, Italy, European Cetacean Society.

Evans, P. G. H., 1982. Associations between seabirds and cetaceans: a review. *Mammal Review*, 12(4), pp. 187-206.

Félix, F. y otros, 2018. Variation in dorsal fin morphology in common bottlenose dolphin populations *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) populations from the Southeast Pacific Ocean. *Pacific Scientific*, Volumen 72, p. 307–320.

Finneran, J. J. y otros, 2015. Effects of multiple impulses from a seismic air gun on bottlenose dolphin hearing and behavior. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(4), p. 1634–1646.

Flach, L., Flach, P. A. & Chiarello, A. G., 2008. Aspects of behavioral ecology of *Sotalia guianensis* in Sepetiba Bay, southeast Brazil. *Marine Mammals Science*, 24(3), pp. 503-515.



Flores, P. A. & Da Silva, V. M., 2009. Tucuxi and guiana Dolphin – *Sotalia fluviatilis* and *S. guianensis*. En: *Encyclopedia of marine mammals*. Amsterdam: Academic Press, pp. 1180-1192.

Flórez-González, L., 1991. Humpback whales, *Megaptera novaeangliae* in the Gorgona Island, Colombian Pacific breeding waters: population and pod characteristics. *Memoirs of the Queensland Museum*, 30(2), pp. 291 - 295.

Fortin, M.-J., Dale, M. R. & Hoef, J. v., 2002. Spatial analysis in ecology. En: A. H. El-Shaarawi & W. W. Piegorsch, edits. *Encyclopedia of Environmetrics*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd., p. 2051–2058.

Fortin, M.-J. & Dale, M. R. T., 2005. *Spatial Analysis: A Guide for Ecologists*. Cambridge: Cambridge University Press.

Fraija, N., Flórez-González, L. & Jáuregui, A., 2009. Cetacean occurrence in the Santa Marta region, Colombian Caribbean, February-May 2007. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 7(1-2), pp. 69-73.

Fruet, P. F. y otros, 2015. Abundance and demography of bottlenose dolphins inhabiting a subtropical estuary in the Southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Mammalogy*, 96(2), p. 332–343.

Fruet, P., Secchi, E., Di Tullio, J. & Kinas, P., 2001. Abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae), inhabiting the Patos Lagoon estuary, southern Brazil: Implications for conservation. *Zoologia*, 28(1), p. 23–30.

Fundación Humedales e Incoder, 2006. *valuación y seguimiento de los principales recursos pesqueros y su aprovechamiento en el golfo de Urabá (Turbo, Necoclí, Acandí)*., Bogotá: Instituto Colombiano de Desarrollo Rural.

Fundación Omacha y CORPOURABA, 2016. *Línea base para la caracterización de mamíferos marinos en el Golfo de Urabá, Caribe colombiano*, Bogotá: Fundación Omacha.



Fundación Omacha y Puerto Bahía Colombia de Urabá S. A, 2019. *Linea base de mamíferos acuáticos en el área de análisis ecológico del proyecto Puerto Bahía Colombia de Urabá S. A.*, Bogotá: Puerto Bahía Colombia de Urabá S. A.

Fundora, Y. S. & García, Y. R., 2021. La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación. *Anales de investigación*, Volumen 7, pp. 105-108.

Fury, C. A. & Harrison, P. L., 2011. Seasonal variation and tidal influences on estuarine use by bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Volumen 93, pp. 389-395.

Garaffo, G. V. y otros, 2007. Habitat use by dusky dolphin in patagonia: how predictable is their location?. *Marine Biology*, pp. 1-13.

García Montoya, J. D., 2015. *Puero Antioquia Uraba*. [En línea] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=ZEVXfjZpEeo> [Último acceso: 29 mayo 2017].

García, C. & Trujillo, F., 2004. Preliminary observations on habitat use patterns of the Marine tucuxi, *Sotalia fluviatilis*, in Ccispotá Bay, Colombian Caribbean Coast. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 3(1), pp. 53-59.

García-Valencia, C., 2007. *Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó*. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR y Gobernación de Antioquia.

Geise, L., Gomes, N. & Cerqueira, R., 1999. Behaviour, habitat use and population size of *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) in the Cananéia estuary region. *Revista Brasileira de Biologia*, 59(2), pp. 183-194.

Gentry, A. H., 1982. . Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene Climatic Fluctuations, or an Accident of the Andean Orogeny?. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69(3), pp. 557-593.



Godsoe, W. & Harmon, L. J., 2012. How do species interactions affect species distribution models?. *Ecography*, Volumen 35, p. 811–820.

Gómez Aguirre, A. M. & Turbay, S., 2016. Relación de una comunidad de pescadores del golfo de Urabá (Colombia) con los ecosistemas de manglar y su conservación. *Revista de Estudios Sociales*, Volumen 65, pp. 104-119.

Gordon, J. y otros, 2003. A Review of the Effects of Seismic Surveys on Marine Mammals. *Marine Technology Society Journal*, 37(4), pp. 16-34.

Gorina-Sánchez, A., Martín-Rivero, M. E. & Alonso-Berenguer, I., 2018. Gestión universitaria de la difusión y divulgación científica: Dos caras de una misma moneda. *Maestro y Sociedad*, Issue 4, pp. 151-166.

Graham, C. y otros, 2004. New developments in museum-based informatics and applications in biodiversity analysis. *Trends in Ecology & Evolution*, 19(90), p. 497–503.

Graham, I. M. y otros, 2019. Harbour porpoise responses to pile-driving diminish over time. *Royal Society Open Science*, Volumen 6, p. 190335.

Grigg, E. & Markowitz, H., 1997. Habitat use by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) at Turneffe Atoll, Belize. *Aquatic Mammals 1997*, 23.3, , 23(3), pp. 163-170.

Guisan, A. & Zimmermann, N., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, Volumen 135, p. 147–186.

Gupta, A. K., Gupta, S. K. & Patil, R. S., 2005. Environmental management plan for port and harbour projects. *Clean Technologies and Environmental Policy*, Volumen 7, p. 133–141.

Gygax, L., 2002. Evolution of group size in the superfamily Delphinoidea (Delphinidae, Phocoenidae and Monodontidae): A quantitative comparative analysis. *Mammal Review*, Volumen 32, p. 295–314.



Haller, T. y otros, 2008. Who gains from community conservation? Intended and unintended costs and benefits of participative approaches in Peru and Tanzania. *The Journal of Environment & Development*, 17(2), pp. 114-118.

Halpern, B. S. y otros, 2015. Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature communications*, 6(7615), pp. 1 -7.

Hammond, P. S., 2010. Estimating the abundance of marine mammals. En: I. L. Boyd, W. D. Bowen & S. J. Iverson, edits. *Marine Mammal Ecology and Conservation*. New York: Oxford University Press, pp. 42 - 68.

Hammond, P. S., Mizroch, S. A. & Donovan, G. P., 1999. *Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photo-Identification and Other Techniques to Estimate Population Parameters*. Cambridge, International Whaling Commission.

Hatch, L. T. & Wright, A. J., 2007. A Brief Review of Anthropogenic Sound in the Oceans. *International Journal of Comparative Psychology*, Volumen 20, pp. 121-133.

Heithaus, M. R., Frid, A., Wirsing, A. J. & Worm, B., 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in ecology & evolution*, 23(4), pp. 202-210.

Hermannsen, L., Mikkelsen, L., Tougaard, J. & Beedholm, K., 2019. Recreational vessels without Automatic Identification System (AIS) dominate anthropogenic noise contributions to a shallow water soundscape. *Scientific Reports-Nature*, Volumen 9, pp. 1-10.

Hobday, A. J. y otros, 2011. Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research*, 108(2-3), pp. 372-384.

Hubard, C., Maze-Foley, K., Mullin, K. D. & Schroeder, W. W., 2004. Seasonal Abundance and Site Fidelity of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in Mississippi Sound. *Aquatic Mammals*, 30(2), pp. 299-310.



IFC - International Finance Corporation, 2012. *Norma de Desempeño 6: Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales vivos*. s.l.:Banco Mundial.

INVEMAR-Gobernación de Antioquia-CODECHOCO, 2008. *Formulación de los lineamientos y estrategias de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera del Darién*. Santa Marta: INVEMAR.

Jaramillo-Legorreta AM, C.-H. G. N. E. R.-B. L., 2019. Decline towards extinction of Mexico's vaquita porpoise (*Phocoena sinus*). *Royal Society of Open Science*, Volumen 6, p. 190598.

Jefferson, T. A., Hungb, S. K. & Würsig, B., 2009. Protecting small cetaceans from coastal development: Impact assessment and mitigation experience in Hong Kong. *Marine Policy*, 33(2), pp. 305-311.

Jefferson, T. A., Webber, M. A. & Pitman, R. L., 2008. *Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification*. s.l.:Academic Press/Elsevier.

Jiménez-Pinedo, C. y otros, 2011. Cetacean occurrence in the Tayrona National Park, a marine protected area in the Colombian Caribbean. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* , 9(2), pp. 154-159.

Kennish, M. J., 2002. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation*, 29(1), pp. 78-107.

Kiszka, J. & Braulik, G., 2018. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [En línea] Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T20729A50373009> [Último acceso: 26 05 2019].

Lagnier, J., 1993. Estuarine fronts: how important are they?. *Estuaries*, 16(1), pp. 1-11.



Lailson-Brito, J. y otros, 2010. High organochlorine accumulation in blubber of Guiana dolphin *Sotalia guianensis*, from Brazilian coast and its use to establish geographical differences among populations. *Environmental Pollution*, Volumen 158, p. 1800–1808.

Leal Flórez, J. y otros, 2017. *Pesca, familias y territorios en el mar : construcción colectiva de conocimiento para el ordenamiento pesquero del golfo de Urabá*. 1 ed. Medellín: Universidad de Antioquia.

Leal Flórez, J. y otros, 2017. *Lineamientos prioritarios para la formulación de un ordenamiento pesquero del golfo de urabá – LOPEGU*, Medellín y Turbo: Sistema General de Regalías: Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Leatherwood, S. & Webber, M. A., 1994. *Marine mammals of the world: FAO Species Identification Guide*. Segunda edición ed. Roma: UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME & FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS .

Lehner, P., 1996. *Handbook of ethological methods*. 2nd editio ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Leslie, H., 2005. A synthesis of marine conservation planning approaches. *Conservation Biology*, 19(6), pp. 1701-1713.

Lima, J. Y., Carvalho, A. P. M., Azevedo, C. T. & Barbosa, L. A. & S. L. S., 2017. Variation of age and total length in *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), on the coast of Espírito Santo state, Brazil.. *Brazilian Journal of Biology*, Volumen 77, pp. 437-443. .

Lobo, A. d. J., Wedekin, L. L., Sobral-Souza, T. & Le Pendu, Y., 2021. Potential distribution of Guiana dolphin (*Sotalia guianensis*): a coastal-estuarine and tropical habitat specialist. *Journal of Mammalogy*, Volumen 53, pp. 1-11.

Lodi, L., 2003. Tamanho e composição de grupos dos Botos-Cinza "Sotalia Guianensis" (Van Bénédén, 1864) (Cetacea, Delphinidae), na Baía de Paraty, RJ, Brasil. *Atlântica*, 25(2), pp. 135-146.



Lodi, L. & Hetzel, B., 1998. Grandes agregações do boto-cinza (*Sotalia fluviatilis*) na Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Bioikos*, 12(2), pp. 26-30.

Lotze, H. K. y otros, 2006. Depletion, Degradation, and Recovery Potential of Estuaries and Coastal areas. *Science*, Volumen 312, pp. 1806 - 1809.

Lundquist, C. J. & Granek, E. F., 2005. Strategies for successful marine conservation: integrating socioeconomic, political, and scientific factors. *Conservation Biology*, 19(6), pp. 1771-1778.

Macarthur, R. H. & Pianka, E. R., 1966. On the optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, Volumen 100, pp. 603-609.

Malone, K., 2019. *Assessing long-term trends in abundance and distribution of cetacean populations in the United Kingdom using citizen science sighting data*, Bangor: School of Ocean Sciences, Bangor University.

Mann, J., 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine Mammal Science*, 15(1), pp. 102-122.

Mann, J., Connor, R., Barre, L. & Heithaus, M., 2000. Female reproductive success in bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.): life history, habitat, provisioning, and group-size effects. *Behavioral Ecology*, Volumen 11, pp. 210-219.

Manson, F. L., Skilleter, G. & Phinn, S., 2005. An evaluation of the evidence for linkages between mangroves and fisheries: a synthesis of the literature and identification of research directions. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, Volumen 43, pp. 485-515.

Marcondes, D. S. y otros, 2020. Atividades de derrocagem subaquática e potenciais impactos em golfinhos costeiros: avaliação, monitoramento e medidas de mitigação. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*, Volumen 89, pp. 135-145.



Margalef, R., 1965. Ecological correlations and the relationship between primary productivity and community structure. En: C. R. Goldman, ed. *Primary Productivity in Aquatic Environments*. Berkeley: Universidad de California, pp. 355 - 364.

Marín, 2004. Lagunas Costeras y Estuarios. En: INVEMAR, ed. *Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: año 2003*. Santa Marta: INVEMAR, pp. 199-222.

Marley, S. A., Salgado Kent, C. P. & Erbe, C., 2017. Occupancy of bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in relation to vessel traffic, dredging, and environmental variables within a highly urbanised estuary. *Hydrobiologia*, Volumen 792, p. 243–263.

Martin, A. R., 1986. Feeding association between dolphins and shearwaters around the Azores Islands. *Canadian Journal of Zoology*, Volumen 64, pp. 1372-1374.

Martínez-Serrano, I., Serrano, A., Heckel, G. & Schramm, Y., 2011. Distribution and home range of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off Veracruz, Mexico. *Ciencias Marinas*, Volumen 37, pp. 379-392.

Martín, M. E. & Gorina, A., 2017. Estrategia de gestión de la divulgación científica para el desarrollo local orientada a profesores universitarios. *Revista LUZ*, 72(4), pp. 5-17.

Martins, D. T. L., Rossi-Santos, M. R. & Silva, F. J. D. L., 2016. Effects of anthropogenic noise on the acoustic behaviour of *Sotalia guianensis* (Van Bénédén, 1864) in Pipa, North-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 98(2), pp. 215-222.

McCarthy, M. A. & Thompson, C., 2001. Expected minimum population size as a measure of threat. *Animal Conservation*, Volumen 4, p. 351–355.

McKinley, D. C. y otros, 2017. Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, Volumen 208, p. 15–28.



Mejía, N., 2015. *Indicadores y Estrategias de Crecimiento del Sector de Hidrocarburos Colombiano*, Bogotá: Agencia Nacional de Hidrocarburos - ANH.

Mendoza, S. M., 2011. La difusión y la divulgación de la ciencia en Chiapas. *Razón y Palabra*, Volumen 78.

Ministerio de defensa, 2020. *Armada de Colombia*. [En línea] Available at: <https://www.armada.mil.co/es/content/mision-y-vision-armada-nacional> [Último acceso: 03 mayo 2021].

Mitchell, E. D., 1975. *Porpoise, dolphin and small whale fisheries of the world. Status and problems*, Morges, Switzerland: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources IUCN.

Mollick, E., 2014. The dynamics of crowdfunding: An exploratory study. *Journal of business venturing*, 29(1), pp. 1-16.

Monaco, C., Cavallé, M. & Peri, I., 2019. Preliminary study on interaction between dolphins and small-scale fisheries in sicily: Learning mitigation strategies from agriculture. *Qual. Access Success*, Volumen 20, pp. 400-407.

Monteiro-Filho, E., 1992. Pesca asociada entre golfinhos e aves marinhas. *Revista Brasileira de Zoologia*, 9(1/2), pp. 29-37.

Monteiro-Filho, E., Rabello-Monteiro, L. & Reis, S. F., 2002. Skull shape and size divergence in dolphins of the genus *Sotalia*: A morphometric tridimensional analysis.. *Journal of Mammalogy*, Volumen 83, pp. 125 - 134.

Montoya Arango, V., Rodas Corrales, S. & Bocanumenth Echeverri, N., 2015. *Informe de caracterización etnográfica de la pesca artesanal en el Golfo de Urabá*. Convenio especial de cooperación para la investigación N. 4600000983 ed. Turbo, Antioquia: Universidad de Antioquia.



Montoya Jaramillo, L. J., 2010. *Dinámica oceanográfica del golfo de Urabá y su relación con los patrones de dispersión de contaminantes y sedimentos.*, Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Montoya Jaramillo, L. J. & Toro Botero, F. M., 2008. Descripción de la dinámica oceanográfica del Golfo de Urabá utilizando mediciones de campo. En: G. E. Morales Mira, ed. *Tendencias de la investigación en Ingeniería Ambiental*. Bogotá D.C: Universidad de Medellín , pp. 103-126.

Moore, S. E., 2008. Marine mammals as ecosystem sentinels. *Journal of Mammalogy*, 89(3), pp. 534-540.

Morales Rincón, N. & Jauregui Romero, A., 2012. Cetáceos presentes en el Caribe nororiental colombiano (2004-2012). *Mutis*, 2(2), pp. 60-75.

Mora-Pinto, D., Muñoz-Hincapié, M. F. M.-G. A. & Acero, A., 1995. Marine Mammal Mortality and Strandings Along the Pacific Coast of Colombia. *International Whaling Commission*, Volumen 45, pp. 427-429.

Nery, M. F., Espécie, M. d. A. & Simão, S. M., 2008. Site fidelity of *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(2), p. 182–187.

Normandeau, G., 2015. *Wildlife Action Plan*. New Hampshire : New Hampshire Fish and Game Department .

Oakley, J. A., Williams, A. T. & Thomas, T., 2017. Reactions of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) to vessel traffic in the coastal waters of South West Wales, UK. *Ocean & Coastal Management*, Volumen 138, pp. 158-169.

O'Brien, J. y otros, 2009. A note on longdistance matches of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) around the Irish coast using photo-identification.. *Journal of Cetacean Research and Management*, Volumen 11, pp. 71-76.

Odum, E., 1972. *Ecología*. México D.F.: Interamericana.



Olisah, C., Adams, J. B. & Rubidge, G., 2021. The state of persistent organic pollutants in South African estuaries: A review of environmental exposure and sources. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volumen 219, p. 112316.

Paine, R. T., 1995. A conversation on refining the concept of keystone species. *Conservation biology*, 9(4), pp. 962-964.

Pais, F. S. y otros, 2018. Anthropogenic noise and Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) in Brazil: ecological and conservation concerns. *dvances in marine vertebrate research in Latin America* , pp. 321-366.

Pardo, M. & Palacios, D., 2006. Cetacean occurrence in the santa Marta región, Colombian Caribbean 2004 - 2005. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 5(2), pp. 129-1344.

Patiño, J., 2011. *Comportamiento y uso de hábitat de Sotalia guianensis en la Bahía El Roto, Golfo de Urabá*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M. & Townsend, A., 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. *Journal of Biogeography*, Volumen 34, p. 102–117.

Pennino, M. G. y otros, 2017. A spatially explicit risk assessment approach: Cetaceans and marine traffic in the Pelagos Sanctuary (Mediterranean Sea). *PloS one*, 12(6), p. e0179686.

Phillips, S. & Dudik, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, Volumen 31, pp. 161-175.

Phillips, S. J., Anderson, R. P. & Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, Volumen 190, p. 231–259.

Pierotti, R., 1988. Associations between marine birds and mammals in the northwest Atlantic Ocean. En: J. Burger, ed. *Seabirds and other marine vertebrates: competition, predation and other interactions*.. New York: Columbia University Press, pp. 31 - 58.



PISISI S.A, 2015. *PISISI*. [En línea] Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=mf7fuXcEehE> [Último acceso: 13 marzo 2017].

Pitchford, J. L. y otros, 2014. Predictive spatial modelling of seasonal bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) distributions in the Mississippi Sound. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems*, 26(2), pp. 289-306.

Pivari, D., Pagliani, B. & de Moura, J. F., 2020. Preliminary Study on Occurrence and Ecological Aspects of *Sotalia guianensis* from an Estuarine Area, Northeast Coast of Brazil. *Aquatic Mammals*, 46(2), pp. 124-130.

Plagányi, E. E., 2007. *Models for an ecosystem approach to fisheries*. s.l.:FAO Fisheries & Aquaculture - Technical papers.

Pollock, K. H., Nichols, J. D., Brownie, C. & Hines, J. E., 1990. Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs*, Volumen 107, pp. 1-90.

Porras Velázquez, A., 2017. *Método Kriging de inferencia espacial*, Ciudad de México: Centro de Investigación en Geografía y Geomática..

Pritchard, D. W., 1967. Observation on circulation in coastal plain estuaries. *Estuaries, Am. Assoc. Adv. Sci., Spec. Publ.*, Volumen 87, pp. 37-44.

Rako, N. y otros, 2013. Leisure boating noise as a trigger for the displacement of the bottlenose dolphins of the Cres–Lošinj archipelago (northern Adriatic Sea, Croatia). *Marine Pollution Bulletin* , Volumen <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul>.

Ramos, R., Di Benedetto, A. & Lima, N., 2000. Growth parameters of *Pontoporia blainvillei* and *Sotalia fluviatilis* (Cetacea) in northern Rio de Janeiro, Brazil.. *Aquatic mammals*, Volumen 26, pp. 65-75.

Ramos, R. y otros, 2006. Estimativa de idade. En: *Biologia e Ecologia do Boto - Cinca*. Sao Paulo: s.n., pp. 20-32.



Randi, M. A. F., Rassolin, P., Rosas, F. C. W. & Monteiro-Filho, E. L. A., 2008. Padrão de Cor da Pele. En: E. L. Monteiro Filho & K. D. Monteiro, edits. *Biologia, Ecologia e Conservação do Boto-Cinza*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Cananéia - IPeC, pp. 11 - 16.

Read, A. J., Urian, K. W., Wilson, B. & Waples, D. M., 2003. Abundance of bottlenose dolphins in the bays, sounds and estuaries of North Carolina. *Marine Mammal Science*, Volumen 19, pp. 59-73.

Reeves, R., Pitman, R. & Ford, J., 2017. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [En línea] Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T15421A50368125> [Último acceso: 26 05 2018].

Reeves, R., Stewart, B. S. & Clapham, P. J. & P. J. A., 2008. *Guide to Marine Mammals of the world*. Segunda ed. New York, USA: National Audubon Society..

Registro Único Nacional de Áreas Protegidas - RUNAP, 2020. *Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP*, Colombia: Ministerio del Medio Ambiente, Parques Nacionales Naturales, Corporaciones Autónomas.

Reif, J. S., Schaefer, A. M., Bossart, G. D. & Fair, P. A., 2017. Health and Environmental Risk Assessment Project for bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* from the southeastern USA. II. Environmental aspects.. *Diseases Of Aquatic Organisms*, Julio, 125(2), pp. 155-166.

Restrepo, J. D. & Kjerfve, B., 2000. Water discharge and sediment load from the western slopes of the Colombian Andes with focus on río San Juan. *The Journal of Geology*, 108(1), pp. 17-33.

Reynolds, J. I., Wells, R. & Eide, S., 2000. *The bottlenose dolphin: biology and conservation*. Gainesville, Fl.: University Press of Florida.

Roberge, J. M. & Angelstam, P. E. R., 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation biology*, 18(1), pp. 76-85.



Robertson, F. F. y otros, 2013. Seismic operations have variable effects on dive-cycle behavior of bowhead whales in the Beaufort Sea. *Endangered Species Research*, Volumen 21, pp. 143-160.

Rogan, E., Read, A. J. & Berggren, P., 2021. Empty promises: The European Union is failing to protect dolphins and porpoises from fisheries by-catch. *Fish & fisheries*, Volumen 00, pp. 1-5.

Roldán, D. & Salazar, M. G. F. P. Y., 2004. *LA CADENA DE BANANO EN COLOMBIA*, Bogotá D.C.: Observatorio Agrocadenas Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Roman, J. y otros, 2014. Whales as marine ecosystem engineers. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(7), pp. 377-385.

Rosas, F., 2000. *Interações com a pesca, mortalidade, idade, reprodução e crescimento de Sotalia guianensis e Pontoporia blainvillei (Cetacea, Delphinidae e Pontoporiidae) no litoral sul do Estado de São Paulo e litoral do Estado do Paraná, Brasil.*, s.l.: Universidad Federal de Paraná.

Rosbach, K. & Herzing, D., 1999. Inshore and offshore bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) communities distinguished by association patterns near Grand Bahamas Island, Bahamas. *Canadian Journal of Zoology*, Volumen 77, pp. 581-592.

Rosso-Londoño, M. C. y otros, 2017. *Guía para la atención de varamientos de mamíferos acuáticos en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Royama, T., 1992. *Analytical Population Dynamics*. London: Springer.

Salgado, C. P., McCauley, R. D., Parnum, I. M. & Gavrilov, A. N., 2012. Underwater noise sources in Fremantle inner harbour: dolphins, pile driving and traffic. *Proceedings of Acoustics*, pp. 1-7.

Sampaio Duarte, A. F., 2014. *Análise de áreas vitais e identificação de habitats potenciais dos golfinhos-roazes (Tursiops truncatus) na zona costeira da Arrábida*, s.l.: s.n.



Samuel, M. D., Pierce, D. J. & Garton, E. O., 1985. Identifying Areas of Concentrated Use within the Home Range. *Journal of Animal Ecology*, 54(3), pp. 711-719.

Sandoval Londoño, L. A., Leal-Flórez, J. & Blanco-Libreros, J. F., 2020. Linking mangroves and fish catch: a correlational study in the southern Caribbean Sea (Colombia). *Bulletine of Marine Science*, 9(3), p. 415–429.

Santos, M., 2004. *Uso de área e organização social do boto-tucuxi marinho, Sotalia fluviatilis (Cetacea, Delphinidae), no estuário de Cananéia, SP., São Paulo, Brazil.*: s.n.

Santos, M., Oshima, J., Pacífico, E. & Silva, E., 2010. Feeding associations between Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Van Bénèden, 1864) and seabirds in the Lagamar estuary, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70(1), pp. 9-17.

Santos, M., Oshima, J., Pacífico, E. & Silva, E., 2010. Group size and composition of Guiana dolphins (*Sotalia guianensis*) (Van Bénèden, 1864) in the Paranaguá Estuarine Complex, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 70(1), pp. 111-120.

Saunders, D. A., Hobbs, R. J. & Margules, C. R., 1991. Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation: A Review. *Conservation Biology*, 5(1), pp. 18-32.

Scandol, J., Ives, A. & Lockett, M., 2009. *Development of national guidelines to improve the application of risk-based methods in the scope, implementation and interpretation of stock assessments for data-poor species*, Canberra, Australia: RDC Project No. 2007/016.

Schoener, T. W., 1971. Theory of Feeding Strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Volumen 2, pp. 369-404.

Schwarz, C. J. & Arnason, A. N., 2019. Jolly-Seber models in MARK. En: E. Cooch & G. White, edits. *Program Mark- A gentle introduction*. Colorado, USA: Colorado State University, pp. 534-584.

Sechii, E., Santos, M. C. & Reeves, R., 2018. *Sotalia guianensis*, s.l.: IUCN- Red List of Threatened Species.



Senigaglia, V. y otros, 2016. Meta-analyses of whale-watching impact studies: comparisons of cetacean responses to disturbance. *Marine Ecology Progress Series*, Volumen 26, pp. 542-551.

Senigaglia, V. y otros, 2016. Meta-analyses of whale-watching impact studies: comparisons of cetacean responses to disturbance. *Marine Ecology Progress Series*, Enero 19, Volumen 542, pp. 251-263.

Shane, H., 1990. Occurrence, movements, and distribution of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in southern Texas. *Fishery Bulletin*, Volumen 78, pp. 593-601.

Sheaves, M., 2017. How many fish use mangroves? The 75% rule an ill-defined and poorly validated concept. *Fish Fish.*, 18(4), p. 778–789.

SHOM, 1982. *Table des marées des grands ports du monde.* , Paris: Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.

SIAM, 2015. *Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia.* [En línea] Available at: <http://buritaca.invemar.org.co/geovisorsiam/> [Último acceso: 17 Noviembre 2018].

SIBBR, 2020. *Sistema de Información sobre la Biodiversidad Brasileira.* [En línea] Available at: https://www.sibbr.gov.br/cienciacidada/baleiasgolfinhos.html?lang=es_ES [Último acceso: 21 03 2021].

Sillero, N. R., dos Santos, R., Teodoro, C. & Carretero, M. A., 2020. Ecological niche models improve home range estimations. *Journal of Zoology*.

Simões-Lopes, P. C. y otros, 2019. Bottlenose dolphin ecotypes of the western South Atlantic: the puzzle of habitats, coloration patterns and dorsal fin shapes. *Aquatic Biology*, Volumen 28, p. 101–111.

Solé-Cava, A. y otros, 2010. Report of the orking group on taxonomy and genetics. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 8(1-2), pp. 25-29.



Southall, B. L., 2005. *Shipping noise and marine mammals: a forum for science, management, and technology*, s.l.: NOAA.

Steckenreuter, A., Möller, L. & Harcourt, R., 2012. How does Australia's largest dolphin-watching industry affect the behaviour of a small and resident population of Indo-Pacific bottlenose dolphins?. *Journal of Environmental Management*, 97(<http://dx.doi.org/10.101>), pp. 14-21.

Stone, C. J. & Tasker, M. L., 2006. The effects of seismic airguns on cetaceans in UK waters. *Journal of Cetacean Research and Management*, 8(3), p. 255–263.

Tardin, R. y otros, 2011. Coordinated feeding tactics of the Guiana dolphin, *Sotalia guianensis* (Cetacea: Delphinidae), in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Zoologia*, 3(291-296), p. 28.

Tardin, R., Galvão, C., Espécie, M. & Simão, S., 2013. Group structure of Guiana dolphins, *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) in Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Latin american journal of aquatic research*, 41(2), pp. 313-322.

Tardin, R. H. y otros, 2020. Occurrence, residency patterns and habitat use of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus truncatus*, on two Marine Protected Areas in Southeastern Brazil. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 92(2), pp. 1-15.

Taylor, B. y otros, 2019. *The IUCN Red List of Threatened Species*. [En línea] Available at: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41755A160983555.en> [Último acceso: 02 05 2020].

Thomas, I. F., García Valencia, C., Cesaraccio, M. & Rojas, X., 2007. El Paisaje en el Golfo. En: C. Garcia Valencia, ed. *Atlas del Golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó*. Santa Marta: tituto de Investigaciones Marinas y Costeras –Invemar– y Gobernación de Antioquia, pp. 74-128.

Thomas, P., 1988. Kelp gulls, *Larus dominicanus*, are parasites on flesh of the right whale, *Eubalaena australis*. *Ethology*, Volumen 79, pp. 89-103.



Thompson, P. M. y otros, 2010. Assessing the responses of coastal cetaceans to the construction of offshore wind turbines. *Marine Pollution Bulletin*, Volumen 60, p. 1200–1208.

Thorne, L. H. y otros, 2012. Predictive Modeling of Spinner Dolphin (*Stenella longirostris*) resting habitat in the Main Hawaiian Islands. *PlosOne*, 7(8), p. e43167.

Titcomb, E. M. y otros, 2017. Blood mercury concentrations in common bottlenose dolphins from the Indian River Lagoon, Florida: Patterns of social distribution. *Marine Mammal Science*, 33(3), p. 771–784.

Todd, V. L. G. y otros, 2015. A review of impacts of marine dredging activities on marine mammals. *ICES Journal of Marine Science*, 72(2), p. 328–340.

Torres, L. G., Mclellan, W. A., Meagher, E. & Pabst, D. A., 2005. Seasonal distribution and relative abundance of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, along the US mid-Atlantic Coast. *Journal of Cetacean Research and Management*, 7(2), p. 153–161.

Toth, J. L., Hohn, A. A., Able, K. W. & Gorgone, A. M., 2012. Defining bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) stocks based on environmental, physical, and behavioral characteristics. *Marine Mammal Science*, Volumen 28, p. 461–478.

Truill, L. W., Brook, B. W., Frankham, R. R. & Bradshaw, C. J. A., 2010. Pragmatic population viability targets in a rapidly changing world. *Biological Conservation*, Volumen 143, p. 28–34.

Trujillo, F., Caicedo, D. & Diazgranados, M., 2014. *Plan de acción nacional para la conservación de los mamíferos acuáticos de Colombia (PAN mamíferos Colombia)*. Primera ed. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha, Conservación Internacional y WWF.

Trujillo, F., Datos no publicados. *Distribución de Sotalia guianensis* [Entrevista] Datos no publicados.



Trujillo, F., Diazgranados, M. C., Garcia, C. & Dussan, S., 2006. *Sotalia guianensis*. En: *Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia*. Bogotá: Conservación Internacional, Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, pp. 273-277.

Trujillo, F. y otros, 2017. *Plan de conservación y manejo de mamíferos acuáticos del departamento del Magdalena*, Santa Marta: CORPAMAG, Fundación Omacha, Fundación Museo del Mar y Acuario y Museo del Mar Fospina SAS.

Universidad de Antioquia, 2020. *Universidad de Antioquia*. [En línea] Available at: <https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-regiones/uraba> [Último acceso: 4 mayo 2021].

Uran, A. & Restrepo, A., 2005. arién, medio ambiente y desarrollo: reconstrucción de la memoria colectiva como base para el desarrollo sostenible.. *Utopía S. XXI*, 3(11), pp. 13-28..

Vallejo Toro, P. P. y otros, 2016. Impact of terrestrial mining and intensive agriculture in pollution of estuarine surface sediments: Spatial distribution of trace metals in the Gulf of Urabá, Colombia. *Marine Pollution Bulletin*, Volumen 111, p. 311–320.

Velasquez Montoya, L., 2013. *Modelación del transporte de sedimentos en el Golfo de Urabá, Colombia*, Medellín: Universidad EAFIT.

Vermeulen, E., 2017. *Intertidal habitat use of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in Bahía San Antonio, Argentina*. [En línea] Available at: <https://doi.org/10.1017/S0025315417000856> [Último acceso: 22 junio 2017].

Vermeulen, E. & Cammareri, A., 2009. Residency patterns, abundance and social composition of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Bahía San Antonio, Patagonia, Argentina. *Aquatic Mammals*, 35(3), p. 379–386.

Waerebeek, K. V. y otros, 2007. Vessel collisions with small cetaceans worldwide and with large whales in the Southern Hemisphere, an initial assessment. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 6(1), pp. 43-69.



Walpole, M. & Leader-Williams, N., 2002. Tourism and flagship species in conservation. Biodiversity and Conservation. *Biodiversity and Conservation*, Volumen 11, pp. 543-547.

Wedekin, L., Daura-Jorge, F., Piacentini, V. & Simões-Lopes, P., 2007. Seasonal variations in spatial usage by the estuarine dolphin, *Sotalia guianensis* (van Bénédén, 1864) (Cetacea; Delphinidae) at its southern limit of distribution. *Brazilian Journal of Biology*, 67(1), pp. 1-8.

Weilgart, L., 2018. (2018). *The impact of ocean noise pollution on fish and invertebrates*, Switzerland: Report for OceanCare.

Wells, R., Natoli, A. & Braulik, G., 2019. *Tursiops truncatus*, s.l.: The IUCN Red List of Threatened Species.

Wells, R. & Scott, M., 2009. Common bottlenose dolphin. En: W. Perrin, B. Würsig & J. Thewissen, edits. *Encyclopedia of marine mammals*. s.l.:Academic Press, p. 249–255.

Wells, R. S. & Scott, M., 2002. Bottlenose dolphins. En: W. Perrin, B. Würsig & J. Thewissen, edits. *Encyclopedia of marine mammals*. San Diego: Academic Press, pp. 122-129.

Wells, R. S., Scott, M. D. & Irvine, A. B., 1987. The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. En: *In Current mammalogy*. Boston, MA: Springer, p. 247–305.

Whitty, T. S., 2015. Governance potential for cetacean bycatch mitigation in small-scale fisheries: a comparative assessment of four sites in Southeast Asia. *Applied Geography*, Volumen 59, pp. 131-141.

Wiggins, A. & Crowston, K., 2011. *From conservation to crowdsourcing: A typology of citizen science*. Hawaii, s.n., pp. 1-10.

Williams, J., Dawson, S. & Slooten, E., 1993. The abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Canadian Journal of Zoology*, 71(10), p. 2080–2088.



Wilson, B., Hammond, P. S. & Thompson, P. M., 1999. Estimating Size and Assessing Trends in a Coastal Bottlenose Dolphin Population. *Ecological Applications*, Volumen 1, pp. 288-300.

Wilson, B., Hammond, P. & Thompson, P., 1999. Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological Applications* , Volumen 9, p. 288–300.

Wilson, B. y otros, 2004. Considering the temporal when managing the spatial: a population range expansion impacts protected areas-based management for bottlenose dolphins. *Animal Conservation*, Volumen 7, p. 331–338.

Würsig, B., Jefferson, T. A. & Schmidly, D. J., 2000. *The Marine Mammals of the Gulf of Mexico*. Würsig, B.; Jefferson, T. A.; Schmidly, D. J. ed. Texas: College Station, A&M Press.

Yammine, S. Z., Liu, C., Jarreau, P. B. & Coe, I. R., 2018. Social media for social change in science. *Science*, 360(6385), pp. 162-163.

Yañes-Arancibia, A., 1987. Lagunas costera y estuarios: Cronología, criterios y conceptos para una clasificación ecológica de sistemas costeros. *ACIESP*, 54(3), pp. 1-36.

Zanardo, N., Parra, G. J., Passadore, C. & Möller, L. M., 2017. Ensemble modelling of southern Australian bottlenose dolphin *Tursiops* sp. distribution reveals important habitats and their potential ecological function. *Marine Ecology Progress Series*, Volumen 569, p. 253–266.

Zolman, E. S., 2002. Residence petterns of Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Stono River Estuary, Charleston County, South Carolina, U.S.A. *Marine Mammals Science*, 18(4), pp. 879-892.

Zucchini, W., 2003. *Applied Smoothing Techniques*, s.l.: s.n.

Zúñiga, H. J., Altamar, J. & Manjarrés, L., 2006. *Caracterización tecnológica de la flota de arrastre camaronero del mar caribe de colombia*, Santa Marta: Reseña del proyecto



Innovación Tecnológica de la Flota Industrial Camaronera del Mar Caribe de Colombia.
REBYC Reduction of Environmental Impact from Tropical Shrimp Trawling, through the
introduction of By-catch Reduction Technologies and Change of Manag.

