

Boletín

EXPEDICIÓN CIENTÍFICA PACÍFICO 2021-II

BAHÍA MÁLAGA



Gobierno del
Cambio



COLOMBIA
POTENCIA DE LA
VIDA



COMISIÓN
COLOMBIANA
DEL OCEANO

Boletín

EXPEDICIÓN CIENTÍFICA PACÍFICO 2021-II

BAHÍA MÁLAGA



Presidencia
de la República



Ciencias



COMISIÓN
COLOMBIANA
DEL OCEANO



ARMADA
DE COLOMBIA



Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima
Autoridad Marítima Colombiana



PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



AGENCIA DE VIAJES Y TURISMO

BAHÍA MÁLAGA

COMISIÓN COLOMBIANA DEL OCEANO

Laura Camila Sarabia Torres
Presidente

CN Juan Camilo Forero Hauzeur
Secretario Ejecutivo

TN Sebastián Reyes
Jefe Asuntos Marinos y Costeros

Damián S. Pardo
Asesor Ecosistemas Estratégicos del Pacífico

Catalina Sánchez Posada
Asesora Ecosistemas Estratégicos del Pacífico

William González Daza
Analista de Datos Biodiversidad

MESA TÉCNICA INTERSECTORIAL

Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección General Marítima

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico

Instituto Geográfico Agustín Codazzi

Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca

Dirección Territorial Pacífico Parques Nacionales Naturales de Colombia

Parque Nacional Natural Uramba – Bahía Málaga

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés

Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico

MESA DE ARTICULACIÓN TERRITORIAL

Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Juanchaco

Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Ladrilleros

Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de La Barra

Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de Puerto España - Miramar

Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de La Plata – Bahía Málaga

AUTORES

Dirección General Marítima
Angie Montoya González
Paola Echeverry Hernández
Stephany Montoya Sáchica

Universidad Nacional de Colombia

Ana M. Saldarriaga-Gómez
Andrés Felipe Sierra
Andrés M. Cuervo
Darwin M. Morales-Martínez
Esteban Betancourt
Felipe Rojas-Bautista
Joan Gastón Zamora
Jimmy Jolman Vargas
Mario Vargas-Ramírez
Natalia Pérez-Amaya
Santiago Rosado

Universidad del Valle

Alejandra Perea Vásquez
Cristian Calvache Sánchez
José Tavera
Juan David Arias
Manuel Francisco Cano

La Palmita Centro de Investigación

Catalina Cárdenas-González
Juan David Valencia-Velasco
Miguel Rodríguez Posada

Pontificia Universidad Javeriana

Augusto R. Acosta-Peña

Asociación Calidris

Camilo Mina
Dina Luz Estupiñán
Luis Fernando Ortega

Plástico Precioso Uramba

Daniela Ortiz Campo
José Alejandro Rojas Venegas
Laura Fúquene Giraldo
Robert Vivas Londoño
Sergio Pardo
Tatiana Peralta

Florida International University

Diego Cardeñosa

NOVA Southeastern University

María Alejandra Herrera

SABEDORAS Y SABEDORES TRADICIONALES

Abelino Mosquera, Alexander Berrio Rentería, Andrés Salazar, Andrés Sinisterra, Antonio Rivas, Celimo Gamboa, Deiby Rodríguez, Dileisi Valencia, Edier Rebolledo, Eliana Salazar, Eliecer Pozo, Enrique Guapi Mosquera, Felipe Bustamante, Felipe Waitoto, Gilmar Perea, Gustavo Asprilla, Harrison Ballesteros, Henry Chaji, Hilda Deisy López, Isaac Lopez Guitoto, Isabelino Valoy, Isnel Díaz Arboleda, Isnel Díaz Romero, Jefferson Martinez, Jeison Andrés Cuero Cossio, Jhonier Rodríguez, Jonter Rentería, José del Carmen Hinestroza, José Felipe Waitoto, José Luis Salazar, Jose Luis Yépez, José Ramírez Murillo, Juan Rivas, Julio Hernán López, Laura Chaji, Leifer Manyoma, Maicol Palacio Berrio, Maicol Valencia Diaz, Maicol Valencia Mosquera, Manuel Antonio Rivas, María Waitoto, Marisa Mosquera, Marlin Valencia, Matilde Mosquera, Miyer Valencia, Nelly

Gamboa Moreno, Obidio Diaz, Olber Mosquera, Patricia Olabe, Ramon Lopez Waitoto, Romelia Ruiz, Ruben Dario Canga, Sara Micolta, Tiofila Yepez, Vivian Silena Mosquera, Washington Inostroza, Yuli Rivas

COORDINACIÓN EDITORIAL

Damián S. Pardo
Coordinación Programa Pacífico

Catalina Sánchez Posada
Coordinación Programa Pacífico

CITACIÓN

CCO. (2024). Boletín Expedición Científica Pacífico 2021-II Bahía Málaga. Bogotá D.C.: Editorial Puntoaparte Editores.



Andrés Barragán
Dirección Editorial

Andrés Hernández
Corrección de Estilo

Inti Alonso
Dirección de Arte

Valeria Cobo
Diseño y Diagramación

Guillermo Torres
David Sarmiento
Ilustración

ISSN
3028-4090

Comisión Colombiana del Océano Carrera 86 No. 51 - 66 Oficina 306 | Edificio World Business Center | www.cco.gov.co | Bogotá D.C., Colombia | Junio de 2024

“Boletín Expedición Científica Pacífico 2021-II Bahía Málaga” es una publicación de carácter técnico e informativo. Su edición cuenta con el ISSN 3028-4090 para formato digital e impreso.

Este producto intelectual está protegido por el copyright © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta. Sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento Creative Commons.

Contenido

Presentación

Pág. 8

Guardianes del Pacífico:
tejiendo conocimiento
en Bahía Málaga para un
futuro sostenible

Pág. 12



Evaluación ecológica
rápida de islas e islotes

Pág. 16



Completando
el inventario de
vertebrados de Bahía
Málaga usando un
enfoque integrativo

Pág. 24



Aproximación a
la distribución y
abundancia de las aves
marinas y playeras en la
zona marino-costera

Pág. 34



Diversidad de
peces marinos y
dulceacuícolas

Pág. 42



Diversidad y abundancia
relativa de tiburones
y rayas

Pág. 46



PaSIGfco, sistema de
información geográfica
del Pacífico colombiano

Pág. 52



Uramba limpia
y sostenible

Pág. 58

Referencias

Pág. 70

Expedición Científica

Pacífico 2021-II

Bahía Málaga

En este mapa cada punto representa una estación de muestreo para cada uno de los proyectos que se llevaron a cabo en el marco de la ECP 2021-II, los cuales se diferencian a su vez por colores.

Nombre del proyecto

-  Completando el inventario de vertebrados de Bahía Málaga usando un enfoque integrativo
-  Evaluación ecológica rápida de islas e islotes del Parque Nacional Natural Uramba-Bahía Málaga
-  Aproximación a la distribución y abundancia de las aves marinas y playeras en la zona marino-costera del Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga
-  Diversidad y abundancia de elasmobranchios en el Parque Nacional Natural Uramba-Bahía Málaga
-  Diversidad íctica del Parque Nacional Natural Uramba-Bahía Málaga
-  Uramba limpia y sostenible
-  Parque Nacional Natural



Territorio Colectivo del Consejo Comunitario de la Comunidad Negra de DRMI La Plata

PNN URAMBA - BAHÍA MÁLAGA

PNR La Sierpe

Bazán-La Bocana

Reserva Río Anchicayá



▲ Pelicano pardo
Pelecanus occidentalis

▲ Chirón bullicioso
Numenius phaeopus

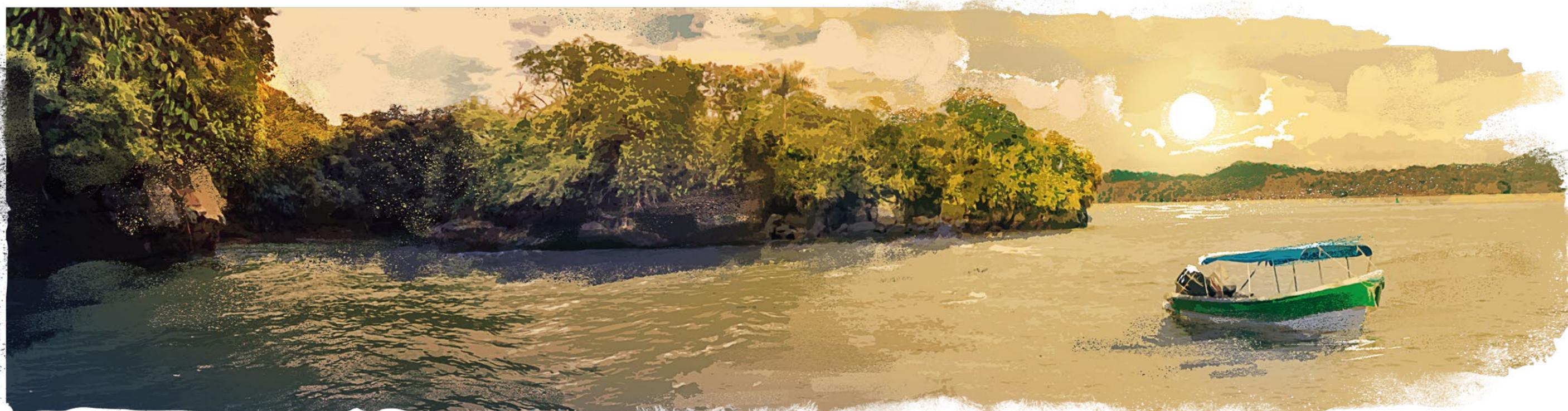
Presentación

Colombia es un país ampliamente reconocido en el mundo por su riqueza natural y cultural, así como por su extensa geografía, conformada por cinco regiones biogeográficas continentales que se funden con el océano Pacífico a lo largo de la costa occidental y con el océano Atlántico en su costa noreste a través del gran mar Caribe. Estas dos macrocuencas sostienen de forma directa a cerca del 39 % de la población colombiana (CCO, 2018).

Este patrimonio natural constituye un gran desafío ya que, para establecer estrategias que permitan el desarrollo económico y a su vez aseguren la preservación de los ecosistemas, es necesario estudiar y comprender el territorio en su contexto económico, biológico, social y cultural. En consecuencia, el país ha logrado grandes avances para abordar la gestión integral del territorio marítimo mediante la consolidación de diversas políticas públicas tales como la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de

los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares (PNAOCI), la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros (PNOEC) y, más recientemente, el CONPES 3990 «Colombia Potencia Bioceánica Sostenible 2030». También cabe destacar la formulación de los intereses marítimos colombianos (IMC), un instrumento estratégico que sintetiza los ejes fundamentales de desarrollo de la nación para lograr «el océano que queremos», en consonancia con el Decenio de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas.

▲ Gaviotín real
Thalasseus maximus



En virtud de lo anterior, la Comisión Colombiana del Océano (CCO) proyectó en el año 2014 el Plan Nacional de Expediciones Científicas Marinas (PNEC) como una estrategia para fortalecer la integridad y proyección territorial, el desarrollo económico, la gobernanza y el uso sostenible de los recursos, a través de la generación de conocimiento integral del territorio marino-costero de Colombia. Para esto, el PNEC se fundamenta en la implementación de un modelo de cooperación intersectorial que permite articular las capacidades institucionales a partir del encuentro misional de los sectores de defensa, ambiente, producción, academia, privado y civil, entre otros.

Es fundamental destacar que, gracias a un exhaustivo análisis, se ha logrado determinar que a través de los diversos proyectos de investigación llevados a cabo en el marco del PNEC se ha generado información sumamente valiosa que contribuye al fortalecimiento de 10 de los 18 IMC. A su vez, este conocimiento tiene el potencial de aportar signifi-

cativamente al logro del 52 % de las metas establecidas por la PNAOCI, así como al 28 % de las líneas de acción definidas por la PNOEC y el 24 % de las acciones planteadas por el CONPES 3990.

Estas cifras, por supuesto, tienen la posibilidad de aumentar de manera proporcional a la ejecución de las expediciones. De igual forma, la consolidación del enfoque de coordinación territorial del PNEC ha garantizado que las comunidades locales participen de forma directa en su desarrollo, reconociendo el valor y la importancia de su conocimiento tradicional y de sus autoridades territoriales. De esta forma se ha asegurado que estas comunidades se familiaricen y se beneficien de los proyectos de investigación llevados a cabo como herramientas para fortalecer sus procesos de gobernanza, gestión territorial y progreso socioeconómico.

Así las cosas, el presente boletín tiene como objetivo presentar de forma concisa los principales resulta-

dos de la **Expedición Científica Pacífico 2021-II Bahía Málaga**. En este sentido, es menester reconocer el esfuerzo y el compromiso no solo de la CCO, sino de entidades como el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (a través de su programa «Colombia Bio»), la Armada de Colombia, la Dirección General Marítima, Parques Nacionales Naturales de Colombia, la Universidad Nacional de Colombia, Destino Pacífico, cinco consejos comunitarios de la comunidad negra del Esquema de Manejo Conjunto del PNN Uramba-Bahía Málaga y las diferentes instituciones de la CCO que conforman la Mesa Técnica Intersectorial del Programa Pacífico, quienes desde su profesionalismo y capacidades garantizaron el desarrollo exitoso de la tercera expedición.

También es importante destacar el trabajo realizado por los 33 investigadores, quienes consolidaron los resultados finales y permitieron conformar este interesante documento de divulgación científica que, con el apoyo y decidido compromiso de la

casa editorial Puntoaparte, permitirá la generación y difusión de nuevo conocimiento científico marino de nuestro país marítimo bioceánico. Entendiendo que el mar no solo es un cuerpo de agua, sino también una fuente vital que proporciona empleo, sustento, energía, así como desarrollo económico y social, desde la Secretaría Ejecutiva de la CCO continuamos trabajando de manera coordinada con las diferentes entidades del Gobierno nacional, la comunidad académica y la población civil, con la firme convicción de seguir contribuyendo a la consolidación de Colombia como una potencia bioceánica en beneficio de todos los colombianos.

Capitán de Navío Juan Camilo Forero Hauzeur
Secretario ejecutivo de la Comisión Colombiana del Océano

Guardianes del Pacífico: tejiendo conocimiento en Bahía Málaga para un futuro sostenible

En la subregión central del Chocó biogeográfico, a 36 km del puerto marítimo más importante de Colombia, decenas de islas e islotes se erigen en el horizonte marino con sus acantilados rocosos y tierras coronadas por el bosque, una visión que adquiere sentido al vislumbrar la enorme bahía que las resguarda de la inmensidad oceánica, a lo largo de más de 136 km² en su área marino-costera. El territorio de Bahía Málaga es un escenario en el cual confluyen numerosos componentes que definen al Pacífico colombiano: desde su exuberante diversidad biológica y la multiplicidad de visiones e interpretaciones del territorio (que redundan en la riqueza cultural de las comunidades locales) hasta los desafíos sociales, económicos y ambientales que han construido su historia.

Sin duda alguna, la importancia de Bahía Málaga radica en el mosaico de ecosistemas marinos, costeros y terrestres en los cuales la entrañable voluntad de la vida se ha hecho cómplice del tiempo y ha edificado un espacio vital para la salvaguarda de la integridad del Chocó biogeográfico y de los múltiples territorios que se conectan a través de los ciclos migratorios de diversas especies que recorren los caminos invisibles del planeta. Así mismo, este entramado ecosistémico fundamenta la existencia de las comunidades negras e indígenas que lo habitan, las cuales han construido sus sistemas de conocimiento tradicional a partir de un entendimiento colectivo del territorio como resultado de su estrecha comunión con la naturaleza. De esta forma, los sistemas productivos tradicionales se sustentan

en principios de vida que han sido tejidos por las dinámicas naturales y, por tanto, conciben al territorio como núcleo de su historia pasada, presente y futura.

Entonces, resulta comprensible que en Bahía Málaga exista un «mosaico de conservación» de más de 80 000 hectáreas, constituido por múltiples instrumentos de protección y manejo del territorio que se complementan con los sistemas de gobierno autónomo de las comunidades locales. Si bien la confluencia de todos estos mecanismos fórmula grandes retos para la gestión integral de la biodiversidad, su armonización podría impulsar estrategias coherentes para resolver los paradigmas históricos que han ubicado al territorio como principal elemento por superar de cara al desarrollo económico.

De esta manera, Bahía Málaga no solo representa un pilar fundamental para la protección del patrimonio natural y cultural de la nación, sino que también se constituye como un elemento esencial para la construcción de un Pacífico sostenible a través del reconocimiento de las múltiples visiones que coexisten y, por tanto, que poseen derechos y deberes sobre el territorio. Para lograr esto, es necesario entender a profundidad los contextos naturales y socioculturales, por lo cual los vacíos de información deben ser abordados desde el encuentro entre el conocimiento tradicional y el científico, de tal forma que se construya un entendimiento multidimensional, en el cual el ser humano es parte intrínseca del territorio.

En el año 2021, la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (SECCO) ubicó a Bahía Málaga en su horizonte y marcó el curso para el desarrollo de la tercera expedición científica del Programa Pacífico, con el fin de fortalecer la generación de conocimiento integral a través del modelo

de cooperación intersectorial del PNEC. Para esto, convocó a diversas entidades del sector estatal y conformó la Mesa Técnica Intersectorial, en la cual se tejieron las sinergias institucionales necesarias para el desarrollo de la expedición. De igual forma, las comunidades locales se vincularon al proceso mediante la consolidación de la Mesa de Articulación Territorial, la cual permitió la participación digna y real de cinco consejos comunitarios de la comunidad negra (CCCN).

El esfuerzo, la dedicación y el compromiso de las 17 instituciones y entidades del orden nacional e internacional participantes se materializó el 19 de noviembre de 2021 con el inicio de la fase de campo de la **Expedición Científica Pacífico 2021-II Bahía Málaga** (ECP 2021-II). Durante 24 días de operación total, 33 científicos y más de 64 sabedores tradicionales recorrieron ecosistemas marinos, costeros, insulares y terrestres de la bahía, con lo cual se llevaron a cabo de forma exitosa 5 proyectos de investigación enfocados en diversidad biológica, 1 pro-

yecto en calidad ambiental marina y costera, 1 proyecto sobre ingenierías y tecnologías aplicadas y 2 proyectos audiovisuales.

Con este esfuerzo mancomunado, no solamente se aportaron importantes insumos científicos para la gestión del territorio marino y costero de Bahía Málaga, sino que también se avanzó en la consolidación de un modelo de cooperación para el desarrollo de la ciencia con enfoque territorial, en el cual el conocimiento integral se construye desde las bases de la sociedad. Colombia cuenta con un plan para las ciencias marinas, una estrategia para conocer, dimensionar y proteger nuestro legado. El Plan Nacional de Expediciones Científicas Marinas es una apuesta por fortalecer las capacidades de la nación para la toma de decisiones con bases científicas, que incorporen y visibilicen el conocimiento ancestral del territorio.



Biodiversidad registrada



Estos registros biológicos fueron caracterizados de acuerdo con las categorías de conservación de la lista roja de la IUCN (figuras 1 y 2) y fueron publicados en el Sistema de Información Biológica de Colombia.

Figura 1. Caracterización del estado de conservación de las especies registradas en la ECP2021-II a partir de las categorías de la lista roja de la IUCN

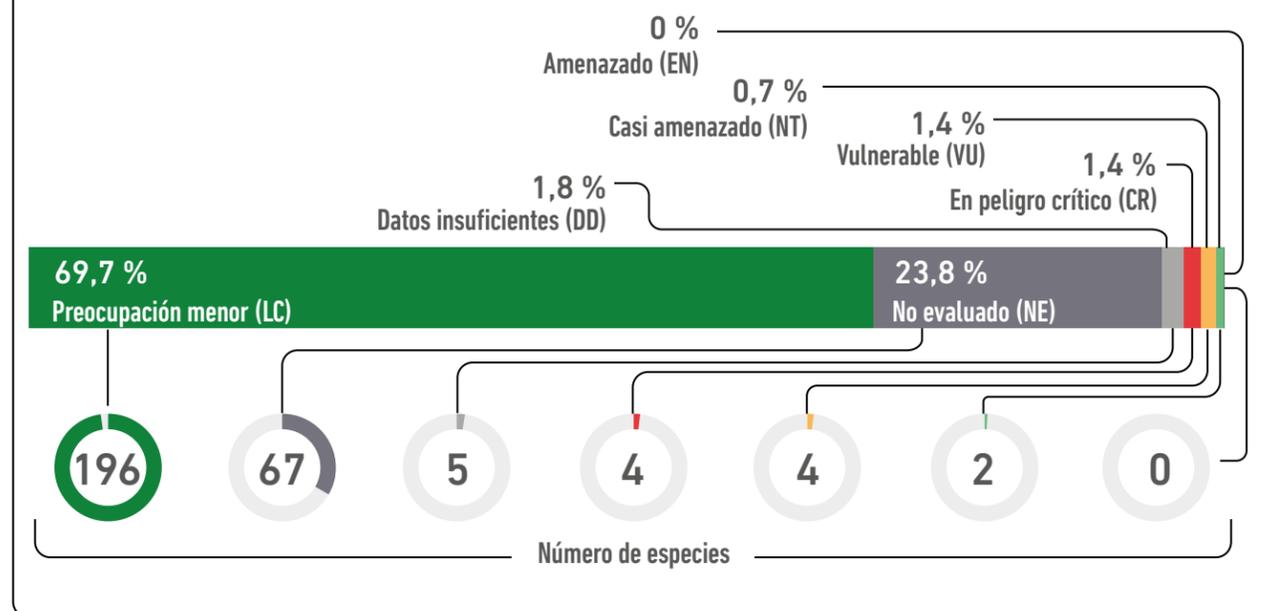
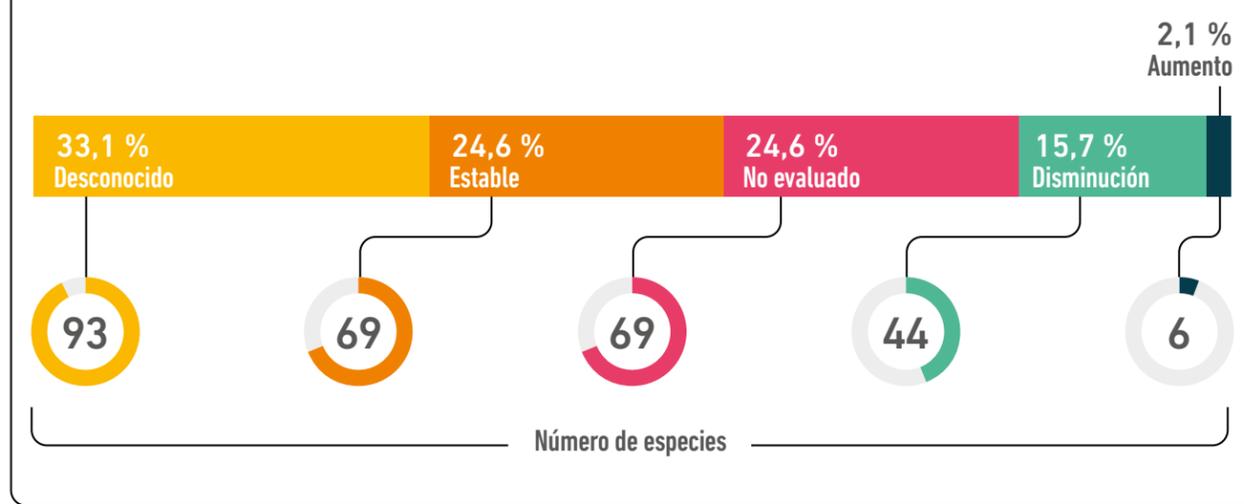


Figura 2. Tendencia poblacional de las especies registradas en la ECP2021-II a partir de las categorías de la lista roja de la IUCN



Tecnologías de la información

De forma transversal a los proyectos, se realizó el acompañamiento técnico previo, durante y posterior al desarrollo de la fase de campo, con el propósito de fortalecer los esfuerzos de investigación a través de las herramientas de los sistemas de información geográfica. Con los datos suministrados y consolidados durante la fase de campo, se creó un micrositio web en donde se publicaron los datos geospaciales con el fin de contribuir con el acceso abierto y equitativo a la información científica.



Calidad ambiental monitoreada

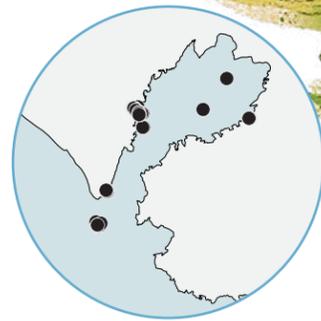
Se analizó la contaminación por residuos derivados del plástico mediante el monitoreo participativo de 35 estaciones de muestreo e hileros asociados a la bahía. De esta forma se caracterizó la problemática en torno al PNN Uramba-Bahía Málaga, con lo cual se consolidó una propuesta metodológica para iniciar el proceso de formulación participativa del Plan de Gestión de Residuos Sólidos a partir de la línea base consolidada.

Evaluación ecológica rápida de islas e islotes

PNN Uramba – Bahía Málaga

Cristian Calvache Sánchez, Alejandra Perea Vásquez
Universidad del Valle

Investigar sobre la diversidad biológica en Bahía Málaga, Colombia, ha sido un objetivo científico durante más de dos siglos. Comprender las razones detrás de los gradientes de diversidad en este impresionante ecosistema ha sido esencial para la conservación de su vida silvestre. Este conocimiento ayuda a entender no solo cómo varían la abundancia y distribución de las especies, sino también cómo evolucionan las comunidades biológicas en respuesta a una serie de factores, incluidas las interacciones entre individuos y las dinámicas poblacionales.



▲ Puntos de muestreo efectivos del proyecto



Papel de la interacción, la perturbación, los eventos naturales y la biodiversidad

Uno de los desafíos más significativos para la conservación de la biodiversidad en Bahía Málaga es la degradación del hábitat causada por la actividad humana. Esta crea parches de hábitat con diferentes grados de perturbación, lo que puede afectar la conectividad entre poblaciones y aislar a las especies, generando cambios en su diversidad y abundancia (Bolaños, 2013; Cruz-Rodríguez, 2019; Rocha *et al.*, 2016; Vargas *et al.*, 2008).

Además de la influencia humana, eventos naturales como huracanes y tormentas pueden desempeñar un papel importante en la modificación de la biodiversidad en las islas (García, 2011). De hecho, existe una relación directa entre el tamaño de una isla y su capacidad para albergar especies de plantas y animales. Las tasas de migra-

ción y extinción también varían según el tamaño de la isla, lo que generalmente significa que hay una mayor diversidad de especies en áreas continentales en comparación con islas de tamaño similar debido a su aislamiento (Yockteng y Cavelier, 1998). Estas condiciones especiales han llevado a que las islas sean catalogadas como «hotspots» o puntos de diversidad, endemismo e importancia ecológica (García, 2011).

A pesar de los avances en la comprensión de estos procesos, todavía existen áreas y grupos taxonómicos en Bahía Málaga respecto a los cuales la investigación sobre el impacto de las actividades humanas es escasa (Cruz-Rodríguez, 2019; Murillo-García y Bedoya-Durán, 2014). Además, se ha prestado más atención a las islas lejanas de la tierra firme que a las islas continentales cercanas (Arias & May 1995; Gálvez y Carvajal, 2006; García, 2011; Genoways *et al.*, 2007; Yockteng y Cavelier, 1998). En este contexto, la diversidad de mamíferos en las islas de Bahía Málaga es un tema en gran parte inexplorado.

Mamíferos como indicadores clave

Debido a sus características fisiológicas, ecológicas y etológicas, los mamíferos son considerados indicadores clave en los ecosistemas. Su alta diversidad morfológica les permite ocupar diferentes nichos ecológicos. Mamíferos pequeños, como los roedores, desempeñan un papel fundamental en la dispersión de semillas y son fuentes de alimento para otras especies, lo que los convierte en indicadores importantes en ecosistemas terrestres (Koroleva *et al.*, 1999; Pearce y Venier, 2005). Por su lado, los mamíferos depredadores pueden ofrecer pistas valiosas sobre el estado de conservación de un hábitat, ya que su supervivencia depende de la disponibilidad de presas y de territorios extensos (Lazarus *et al.*, 2017). Por lo tanto, entender la diversidad y la salud de las poblaciones de mamíferos en diferentes áreas contribuye no solo a la conservación de estas especies, sino también al equilibrio ecológico general de Bahía Málaga. Esto incluye procesos esenciales como la polinización, la dispersión de semillas, y el control de poblaciones de insectos y otros animales (Rumiz, 2010; Vaughan *et al.*, 2000).

En el marco de la ECP 2021-II, se llevó a cabo un estudio para evaluar la diversidad de mamíferos en este entorno. Esta investigación busca identificar posibles diferencias en la diversidad de mamíferos en áreas con diferentes tamaños, niveles de aislamiento y niveles de intervención humana en Bahía Málaga. A través de esta exploración, se espera obtener una visión más completa de la salud de estos ecosistemas y saber cómo se ven afectados por la actividad humana y los eventos naturales.

Muestreo y abundancia de mamíferos

Dentro de la metodología se implementaron técnicas estandarizadas de muestreo en 5 localidades del parque: Isla Palma, Juanchaco, Tres Marías, Isla Curichiche e Isla Plata, incluyendo islas y áreas continentales. Se utilizaron trampas para mamíferos pequeños y redes de niebla para capturar mamíferos voladores. Además, se realizaron observaciones visuales y se desplegaron grabadoras bioacústicas para registrar llamadas de ultrasonido de murciélagos.

Riqueza de mamíferos y localidades

El estudio arrojó un total de 20 especies de mamíferos identificadas en las áreas de muestreo, de las cuales el 75 % perteneció a murciélagos (orden Chiroptera). Al comparar las especies registradas en cada uno de los sitios de muestreo, se encontró que hay una mayor riqueza en Isla Palma (8), seguida de Juanchaco (7), Tres Marías (5) y finalmente Curichiche (4). En Isla Plata no se registró la presencia de ninguna especie de mamífero, posiblemente por las condiciones climáticas del sitio. Entre los mamíferos terrestres identificados se encontró el perro de monte, el perezoso de tres dedos, una marmosa y la ardilla de cola roja, todos ellos con hábitos principalmente arborícolas. También se registró la presencia de la paca, un roedor de hábitos terrestres.



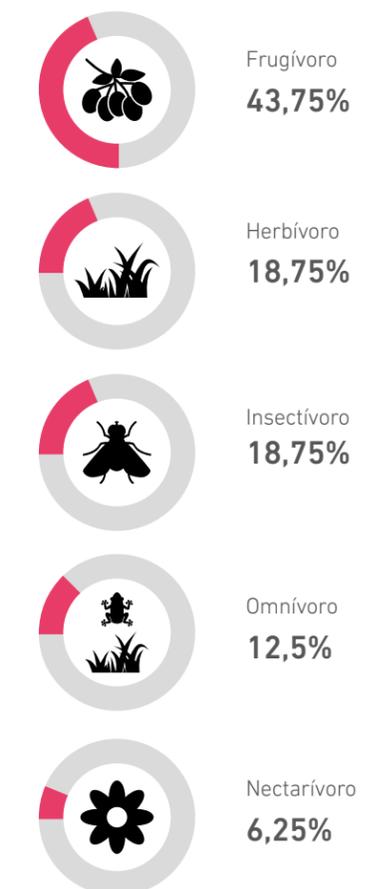
▲ Oso perezoso de tres dedos
Bradypus variegatus

Diversidad de dietas de mamíferos

Respecto a la diversidad de dietas de los mamíferos, la principal dieta fue la frugívora, seguida por la insectívora y la herbívora (Figura 1.1), lo que sugiere que hay una abundante oferta de recursos alimenticios en las islas. Estas especies cumplen un papel crucial en la regeneración del hábitat, ya que dispersan las semillas de las frutas que consumen.



Figura 1.1. Diversidad de dietas de las especies de mamíferos registradas en el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga



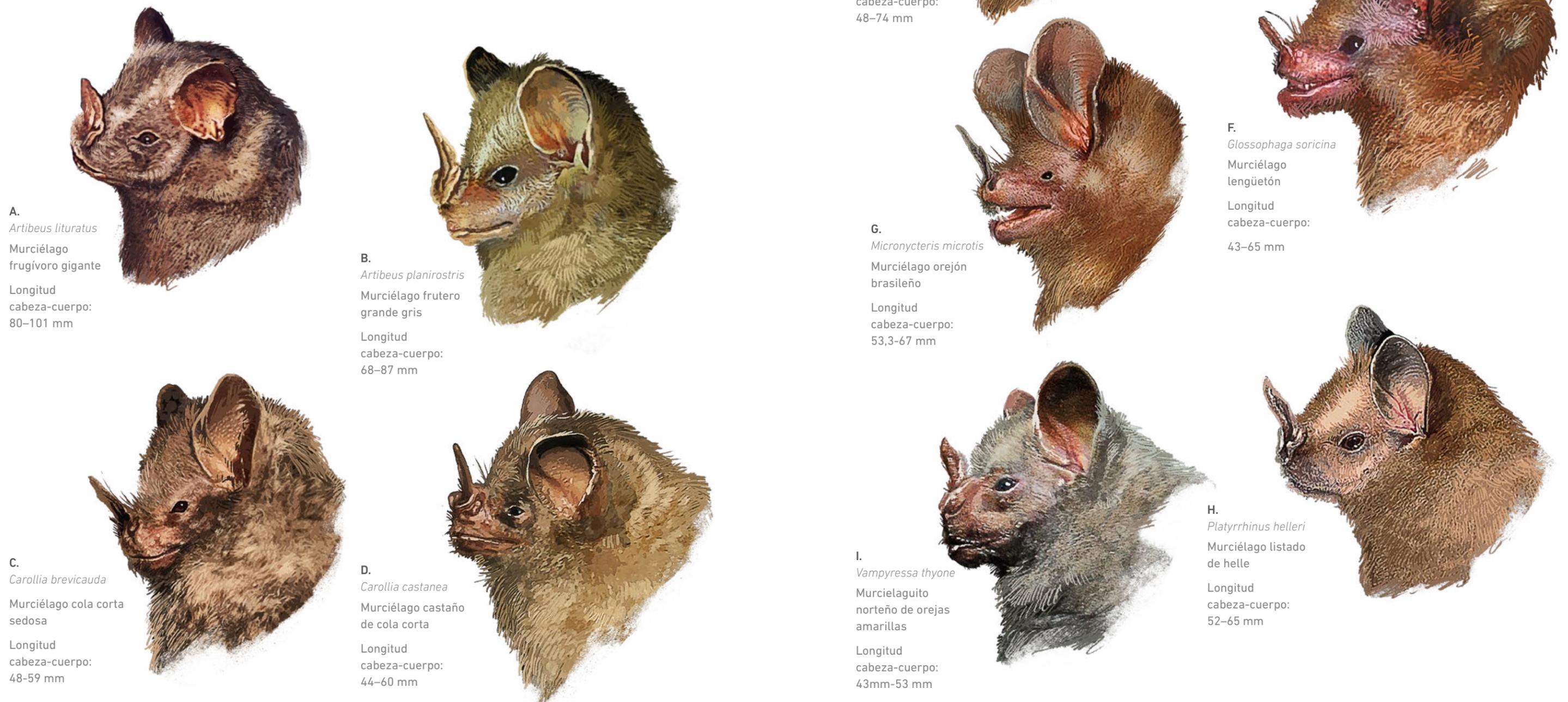
Abundancia y diversidad de murciélagos

Los resultados demuestran una mayor riqueza y abundancia de murciélagos en la región de estudio

(Figura 1.2). Además, 4 especies de murciélagos que no habían sido registradas previamente se registraron únicamente mediante grabaciones de ultrasonido, lo que subraya la importancia que tienen las técnicas

acústicas en la detección de especies nocturnas. Es importante destacar que todas estas especies se encuentran actualmente bajo la categoría de «preocupación menor» (LC) a nivel global en términos de conservación.

Figura 1.2. Algunas de las especies de murciélagos registradas en los sitios de muestreo



Las especies registradas mediante grabaciones fueron: *Molossus molossus*, *Myotis nigricans*, *Saccopteryx bilineata*, y *Saccopteryx leptura*.



Los murciélagos como guardianes de los ecosistemas

El papel ecológico de los murciélagos es notable. Por ejemplo, el murciélago común de cola corta (*Carollia perspicillata*) se alimenta de plantas pioneras, lo que lo convierte en un actor clave en la regeneración de hábitats degradados. Así mismo, los murciélagos insectívoros contribuyen al control biológico de plagas agrícolas y, potencialmente, a la reducción de enfermedades transmitidas por insectos, como los mosquitos.

Además, la presencia de una gran colonia del murciélago nectarívoro de lengua larga (*Glossophaga soricina*) sugiere que este tiene un importante papel en la polinización de plantas en el parque, al conectar diferentes islas y fomentar el flujo genético en poblaciones vegetales. La presencia de especies como el perro de monte, el perezoso de tres dedos y la paca en estas islas es un indicio de la conectividad entre estas tierras aisladas y el continente.

Mamíferos en islas costeras

La diversidad de mamíferos en entornos insulares está influenciada por factores como el tamaño de las islas, la variedad de hábitats y el grado de perturbación natural. Las islas costeras conectadas al continente presentan particularidades que permiten un mayor flujo de individuos. Esto se evidenció en este territorio, donde se observaron mamíferos terrestres, como el perezoso de tres dedos, nadando desde el continente hasta las islas. Además, la presencia de otras especies arbóreas, como el perro de monte y la marmosa, sugiere que hay una conectividad adecuada entre las islas y el continente para el desplazamiento de estos organismos.

Diversidad de mamíferos voladores

La diversidad de mamíferos voladores, especialmente de murciélagos, suele estar influenciada por el estado del paisaje. En este estudio se encontró una mayor diversidad en Isla Palma, a pesar de su historial de intervención humana, que se declaró protegida en 2010. Esto se atribuye a su tamaño y a la disponibilidad de refugio y alimentos, lo que promueve la presencia de especies como el murciélago de lengua larga. Juanchaco, una zona continental con cierto nivel de intervención, también mostró una diversidad considerable gracias a su ubicación en áreas boscosas alejadas de la urbanización.

Mamíferos frugívoros e indicadores del hábitat

La abundancia de especies frugívoras en el parque sugiere una alta disponibilidad de recursos alimenticios. Algunas especies tienen preferencias alimenticias específicas, lo que indica variedad de recursos disponibles. Además, ciertos murciélagos pueden actuar como bioindicadores del estado del hábitat. Así, algunos como el murciélago orejudo peludo y el murciélago pequeño de orejas amarillas se encuentran principalmente en zonas boscosas conservadas, mientras que el murciélago común de cola corta se adapta a áreas intervenidas y contribuye a la regeneración de parches de bosque.

Conservación y categorías de amenaza

Aunque todas las especies de mamíferos registradas están clasificadas como de «preocupación menor» a nivel global, 3 de ellas enfrentan amenazas regionales. El perro de monte está en peligro debido a la reducción de su hábitat, el perezoso de tres dedos está en una categoría incierta debido al tráfico ilegal y la pérdida de hábitat, y la paca también enfrenta amenazas debido a la caza. La presencia de una población de paca en la Isla Curichiche, posiblemente aislada de la caza, demuestra la importancia de establecer áreas protegidas en islas para preservar a estas especies vulnerables ante cambios bruscos y actividades humanas.

Este estudio proporciona una comprensión más profunda de la diversidad de mamíferos en Bahía Málaga y resalta la importancia de conservar estos ecosistemas insulares tanto para las especies que los habitan como por los servicios ecosistémicos que brindan.

El equilibrio entre el aire y la tierra

Este estudio proporcionó una visión más profunda de la diversidad faunística que existe en el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga, y los hallazgos resaltan la importancia de este ecosistema insular y sus hábitats únicos. La mayor diversidad de mamíferos voladores se podría atribuir a la facilidad de estos organismos para desplazarse entre las islas y el continente por su capacidad de vuelo, lo que permite un mayor flujo de individuos en las diferentes áreas.

Por su parte, las características de los mamíferos terrestres los hacen más vulnerables en estos ecosistemas insulares, por lo que factores como la caza u otras perturbaciones pueden afectar gravemente las poblaciones de estas especies, en especial aquellas especies registradas que presentan una categoría de amenaza. La conservación de la biodiversidad en este parque es esencial; no solo buscando proteger las especies que lo habitan, sino también para garantizar la integridad de los servicios ecosistémicos que brindan. Algunas de las especies registradas pueden actuar como bioindicadores del estado actual del hábitat en las zonas del parque estudiadas. Considerando esto, es fundamental establecer estrategias de conservación en áreas protegidas como Bahía Málaga que permitan el mantenimiento y bienestar del ecosistema y su biodiversidad, además de promover el desarrollo sostenible de las comunidades que habitan en la zona.

Completando el inventario de vertebrados de Bahía Málaga usando un enfoque integrativo

Ana M. Saldarriaga-Gómez, Natalia Pérez-Amaya, Catalina Cárdenas-González, Augusto R. Acosta-Peña, Santiago Rosado, Felipe Rojas-Bautista, Darwin M. Morales-Martínez, Andrés Felipe Sierra, Juan David Valencia-Velasco, Miguel Rodríguez Posada, Andrés M. Cuervo, Joan Gastón Zamora, Jimmy Jolman Vargas, Mario Vargas-Ramírez, Esteban Betancourt.

Universidad Nacional de Colombia, La Palmita Centro de Investigación, Pontificia Universidad Javeriana

La llanura del Pacífico, conocida como el Chocó biogeográfico, es un epicentro de biodiversidad de renombre mundial, caracterizado por albergar una riqueza excepcional de especies endémicas y una variada amalgama de tipos de vegetación. Esta región colombiana es uno de los mayores tesoros naturales de Colombia y se erige como un paradigma de la naturaleza en su máxima expresión, con bosques de manglar, planos de inundación y bosques lluviosos tropicales que se expanden hasta las estribaciones de la cordillera de los Andes. No

obstante, este paraíso de biodiversidad se encuentra bajo amenaza, pues enfrenta una serie de desafíos que erosionan su riqueza natural.

▼
Puntos de muestreo efectivos del proyecto



Chocó biogeográfico

El Chocó biogeográfico se enfrenta a una serie de amenazas que ponen en riesgo su excepcional biodiversidad, como el tráfico ilícito de fauna silvestre y la modificación y fragmentación de su hábitat. Esto último se debe a la alta tasa de deforestación, producto de la explotación insostenible de recursos maderables y de la expansión descontrolada de la frontera agrícola y ganadera, lo que ha desencadenado un peligroso declive en la integridad ecológica de la región (Clerici *et al.*, 2020; Rangel, 2004).

Esta situación ha venido empeorando en los últimos años, y se ha exacerbado por acontecimientos como la firma del Acuerdo de Paz con las FARC en 2016 y el aumento de la deforestación en los Parques Nacionales Naturales (PNN) terrestres que abarcan el Chocó biogeográfico (Clerici *et al.*, 2020). Además, la minería ilegal de oro y platino ha dejado una huella destructiva en esta región de incomparable valor ecológico (Palacios-Torres *et al.*, 2018). Estos problemas son aún más alarmantes considerando que el Chocó biogeográfico, y en particular el área de Bahía Málaga, alberga especies endémicas con escasos registros en bases de datos de diversidad y pocas colecciones biológicas (Arbeláez-Cortés, 2013, Giraldo *et al.*, 2014), lo que las expone a procesos de transformación y extinción, y las excluye de los planes de conservación y evaluaciones de riesgo.

El misterio de la biodiversidad oculta

De acuerdo con Mora *et al.* (2011), tan solo se han descrito entre el 3.4 % y el 34 % de las especies a nivel global, lo que significa que hasta el 90 % de las especies podría estar por descubrirse. La falta de conocimiento acerca del número de especies en las regiones, de su distribución en el planeta y del estado de sus poblaciones limita considerablemente la capacidad para generar planes de conservación efectivos. Esta limitación se extiende tanto a grupos relativamente bien estudiados como a aquellos sobre los que no hay mucha información publicada (Pimm *et al.*, 2014). A la fecha, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), se ha logrado estimar que el 13 % de las aves, el 21 % de los reptiles, el 27 % de los mamíferos y el 41 % de los anfibios que se han evaluado a nivel global están en peligro de extinción (IUCN, 2023).

Desde una perspectiva nacional, Colombia, a pesar de albergar el 10 % de la biodiversidad global, se enfrenta a un dilema similar, con estimaciones que sugieren la existencia de entre 200 000 y 900 000 especies por describir, un desafío que requeriría aproximadamente mil años de trabajo siguiendo el ritmo actual en la descripción de nuevas especies (Arbeláez-Cortés, 2013). Con esto, una de las particularidades del Chocó biogeográfico es la brecha que separa a la biodiversidad conocida de la aún desconocida.



Cerrando la brecha del desconocimiento

En respuesta a estos vacíos de conocimiento, se ha reconocido la necesidad de cerrar esta brecha entre la biodiversidad registrada y la aún por describir. Así, estrategias innovadoras como la exploración científica de áreas clave y territorios inexplorados y el uso de herramientas complementarias a la taxonomía tradicional, como los códigos de barras genéticos, han cobrado relevancia a nivel global y nacional. Estas técnicas no solo permiten hacer una identificación precisa de las especies conocidas, sino también cuantificar la diversidad aún no documentada, habilitando así su integración en procesos de manejo y conservación (Kress *et al.*, 2015).



El desafío de Bahía Málaga

El Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga, al ser el más cercano al principal puerto marítimo de Colombia, enfrenta la presión constante de varias actividades humanas costeras, incluyendo el dragado del canal y la disposición de sedimentos, aguas residuales y residuos sólidos, entre otros (Espinosa y Garcés, 2019).

Sumado a ello, el conocimiento sobre la biodiversidad del área de Bahía Málaga ha sido, en el mejor de los casos, fragmentado o parcial. Los estudios existentes se han enfocado principalmente

en hacer recopilaciones generales de la diversidad en la ecorregión o en revisar especímenes en colecciones específicas (p. ej. Ramírez-Chaves y Noguera-Urbano, 2010; Ramírez-Chaves y Pérez, 2010; Rangel, 2004). Más aún, a pesar de que se han identificado algunas especies de aves, reptiles, anfibios y mamíferos en la zona, esta información se basa principalmente en datos secundarios y de colecciones biológicas, con escasos estudios específicos y un enfoque limitado en la Isla Palma (Giraldo *et al.*, 2014), que representa solo una pequeña parte de la diversidad total del parque.

Una expedición para la conservación

La diversidad de vertebrados terrestres en Bahía Málaga está subestimada, y se requiere una investigación exhaustiva para comprender y proteger adecuadamente este tesoro natural. Para mejorar este escenario, se llevó a cabo la Expedición Científica Pacífico 2021-II Bahía Málaga, cuyo objetivo primordial fue complementar y consolidar el conocimiento sobre la biodiversidad del Parque Nacional Natural Uramba

Bahía Málaga en los 4 principales grupos de vertebrados terrestres: aves, reptiles, anfibios, y mamíferos. A través de inventarios intensivos y un riguroso trabajo de laboratorio, se espera mejorar nuestro conocimiento sobre esta joya ecológica y contribuir a su conservación en un momento crucial para la biodiversidad mundial.

Muestreo integral de la fauna: anfibios, reptiles, aves y murciélagos en diversas localidades

Durante la expedición, se llevó a cabo una exhaustiva fase de campo para muestrear la fauna de vertebrados terrestres en diversas localidades (Figura 2.1 y Figura 2.2). Para caracterizar anfibios y reptiles, se hizo una búsqueda libre

sin restricciones, tanto de día como de noche, abarcando un área extensa. Durante el día los esfuerzos se enfocaron en individuos termorregulando o en reposo, al igual que en renacuajos en cuerpos de agua. De noche se buscaron adultos y juveniles. Para esto, se hizo una búsqueda selectiva en hábitats y microhábitats estratificados para obtener una visión completa de la comunidad. Se capturaron y recolectaron especímenes para su identificación preliminar en el campo.

Para caracterizar a las aves, se obtuvieron registros a partir de detecciones visuales y auditivas en recorridos que abarcaron diferentes microhábitats. Se utilizó el esfuerzo de muestreo en horas de detección por distancia recorrida. También se emplearon redes de niebla para capturar aves selectivamente y obtener muestras y datos para estudios adicionales. Estos incluyen medidas biométricas y muestras de sangre para análisis genéticos.

El estudio de mamíferos se enfocó en la captura de murciélagos con redes de niebla estratégicamente ubicadas durante la noche. Los individuos capturados se procesaron en el campo, se tomaron medidas morfológicas detalladas, y se registraron datos como el peso y el sexo.

Es importante destacar que a partir de este muestreo se ha creado una valiosa colección de referencia, albergada en las

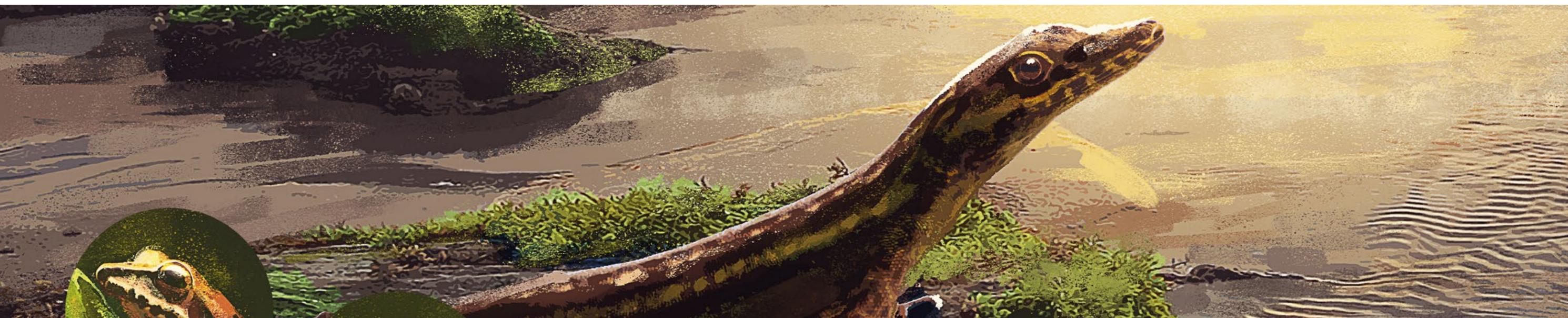
colecciones biológicas del Instituto de Ciencias Naturales (ICN) de la Universidad Nacional de Colombia, lo que contribuye significativamente al conocimiento de la biodiversidad en la región. Además, las muestras de tejidos fueron depositadas en el Banco de ADN y Tejidos de la Biodiversidad Colombiana (BTBC) del Instituto de Genética de la misma universidad.

▼ **Figura 2.1.** Localidades muestreadas durante la fase de campo del proyecto. Mapa obtenido y modificado mediante el uso de paquetes OpenStreetMap, ggplot2 y rJava R Studio (Fellows, 2019; Urbanel, 2021; Wickham, 2016)



▼ **Figura 2.2.** Sitios de muestreo. A. El Secadero, B. La Despensa, C. Rastrojo cerca de la pista de aterrizaje, D. Manglar Juanchaquito





Descubrimientos clave en la biodiversidad de vertebrados

Herpetofauna

Un total de 15 localidades fueron muestreadas, con un esfuerzo de muestreo de 360 horas/persona. Durante la fase de campo se registraron 42 especies (16 de anfibios y 26 de reptiles). Se recolectaron 70 ejemplares y se tomaron muestras de tejidos para 42 especies. Así mismo, se realizaron hisopados de piel, bucales y cloacales. Con esto se logró generar una colección de códigos de barras genético de referencia para los anfibios y reptiles de la región, mediante el cual se siguen obteniendo nuevos registros a partir del análisis de la identidad taxonómica de especies crípticas.

Aves

Se logró construir una colección de referencia con 41 especímenes preservados, además de muestras de tejido y sangre para las 3 localidades muestreadas. Se hizo un esfuerzo de muestreo total de 481,4 horas/red, logrando la captura de 104 individuos pertenecientes a 37 especies. En total se reportan 73 especies de aves. El análisis de los patrones de diversidad genética de la avifauna regional a partir de la base de datos de códigos de barras de ADN generada en el estudio sigue arrojando resultados importantes.

Mamíferos

En el caso de los mamíferos, se muestrearon bosques primarios y secundarios en buen estado de conservación. El enfoque en murciélagos tuvo un esfuerzo de muestreo de 2274 metros red/hora. Con ello se capturaron 214 individuos de 30 especies, con 77 especímenes preservados, lo que proporciona datos valiosos para la caracterización de las poblaciones. Entre las especies encontradas se registró el *Choeroniscus periosus*, un murciélago con pocos registros reportados (Saavedra-Rodríguez y Rojas-Díaz, 2011) y categorizado

como vulnerable en la Lista Roja de UICN. Otro registro nuevo para la región del Chocó biogeográfico fue *Cyttarops alecto*, una especie con pocos especímenes en colecciones y registros en Colombia. También se encontraron una especie de *Phyllostomus* no descrita para esta área (Rodríguez-Posada y Sanchez-Palomino, 2009) y dos especies del género *Micronycteris* en Isla Palma que no habían sido reportadas en estudios previos: *M. hirsuta* y *M. schmidtorum* (Velandía Perilla *et al.*, 2012). Además, las secuencias genéticas de 27 especies de pequeños mamíferos revelaron un alta diversidad genética y posibles nuevas especies, incluyendo un clado posiblemente no descrito del orden Chiroptera.

Revelando la riqueza oculta de los vertebrados en Bahía Málaga

Este estudio ha proporcionado una línea base sólida de información sobre la diversidad de aves, anfibios y mamíferos terrestres presentes en el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga. En este proceso se hallaron registros de anfibios, reptiles, aves y murciélagos con escasos registros en el país o la región, o que previamente no habían sido registradas en el parque, el departamento o país. Este enriquecimiento de la comprensión de la biodiversidad se basa tanto en datos científicos como en el conocimiento de las comunidades locales. El proceso llevado a cabo en la zona y los resultados generados a partir de su implementación fomentan una mayor apropiación del conocimiento y apoyan el desarrollo de iniciativas económicas sostenibles, como el ecoturismo.

Además, se debe enfatizar la importancia de usar colecciones biológicas y datos moleculares, como el código de barras genético, para fortalecer la taxonomía y el conocimiento de las especies, pues estos datos respaldan la formulación de políticas de conservación basadas en evidencias científicas sólidas. A pesar de los avances significativos, cabe señalar que los resultados presentados aquí son parciales, ya que aún continúa el proceso de análisis e identificación en laboratorio y los análisis genéticos, los cuales sin duda seguirán arrojando nuevos e interesantes datos sobre la biodiversidad de la región. También, resalta la necesidad de llevar a cabo un monitoreo constante de la biodiversidad utilizando técnicas de *barcoding* y *metabarcoding*. Esto permitirá evaluar la efectividad de las estrategias de conservación y gestionar la biodiversidad de manera más efectiva en el PNN.

Lagartija
Anolis aff. anchicayae



Biólogos ancestrales: los sabedores de la biodiversidad

Los biólogos ancestrales de las comunidades negras de La Plata, Juanchaco, La Barra, Ladrilleros y Miramar fueron una parte esencial de este trabajo, pues con su conocimiento sobre la región, su biodiversidad y la ecología de las especies se logró determinar cuáles serían los sitios más adecuados para el muestreo; aumentar la

efectividad de la detección de individuos en campo; y entender aspectos claves de la ecología de los anfibios, reptiles, aves y murciélagos estudiados.

El término «biólogos ancestrales» fue introducido por las mismas comunidades. Hace referencia al profundo conocimiento de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas del territorio que individuos particulares de las comunidades

negras del área de Bahía Málaga han aprendido a lo largo de su vida. Este conocimiento ha sido generado, conservado y transmitido a través de las generaciones, y es parte esencial de la vida de los pobladores en la región, pues es determinante para actividades como el turismo, la caza, la pesca o la medicina ancestral. De esta manera, las comunidades negras son agentes centrales en la conservación de la biodiversidad del Chocó biogeográfico.

Reto para el futuro en el Chocó biogeográfico

El conocimiento de la biodiversidad del Chocó biogeográfico aún es bajo. Esto, junto con el creciente impacto negativo de actividades como la deforestación y la minería, hace que la situación sea apremiante. El desarrollo de este tipo de estudios es un punto de partida en el proceso de identificar, conocer y conservar la biodiversidad.

El Chocó biogeográfico es geográficamente heterogéneo, pues está dividido en tres sectores (sur, centro y norte) y la información que ha sido generada no está distribuida de manera equitativa en ellos. La poca información disponible está enfocada en la región central, mientras que los sectores norte y sur aún presentan grandes vacíos de información. Por ello es de vital importancia continuar desarro-

llando inventarios de biodiversidad que prioricen estas áreas. Esto permitirá a futuro desarrollar estrategias de conservación, pero estas deben planearse y llevarse a cabo de la mano de las comunidades locales, pues son ellas quienes conocen y habitan el territorio.

Aproximación a la distribución y abundancia de las aves marinas y playeras en la zona marino-costera

PNN Uramba – Bahía Málaga

Luis Fernando Ortega, Dina Luz Estupiñán, Camilo Mina
Asociación Calidris

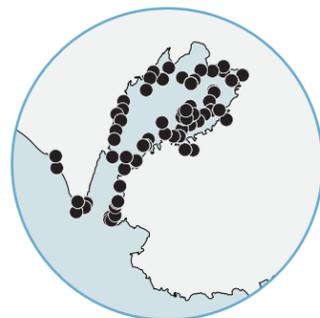
Las aves marinas y playeras comprenden seis ordenes, 16 familias y unas 138 especies presentes en Colombia (Echeverry-Galvis *et al.*, 2022), pese a que este es un grupo heterogéneo en cuanto a su morfología, historia de vida y ecología, tiene en común su dependencia con el medio acuático (marino, costero y en varios casos, con aguas dulces). Incluso algunas especies pueden considerarse como indicadores del estado de salud de estos entornos (Morales-Rico 2023, Villalba-Álvarez 2023).

Debido a su asociación con el medio acuático, estas aves pueden ser sensibles a cambios en la calidad y cantidad de los hábitats necesarios para desarrollar sus

actividades biológicas (Zea-Bermúdez 2022, Muñoz *et al.*, 2021), razón por la cual, pueden ser un componente útil como objeto de monitoreo (Ríos-Franco, 2022). Sin embargo, en estos ejercicios, pocas veces se consideran los impactos humanos (BirdLife, 2023), siendo un factor que puede influir sobre su abundancia y uso de hábitat (Studwell *et al.*, 2021, Palacios *et al.*, 2022). Debido a lo anterior, es esencial contar con datos actualizados para comprender no solo la diversidad de aves, sino también los hábitats críticos y los factores que afectan sus poblaciones (Santos *et al.*, 2023, Studwell *et al.*, 2021) y de esta manera tomar decisiones a favor de su conservación. Con el objetivo de aportar al

conocimiento y valoración de las aves marinas y playeras se llevaron a cabo observaciones en el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga y el Distrito Regional de Manejo Integrado La Plata, en el marco de la Expedición Científica Bahía Málaga-II en noviembre de 2021.

▼
Puntos de muestreo efectivos del proyecto



Pelícano pardo
Pelecanus occidentalis

Método de estudio de avifauna y actividades humanas en un entorno costero

Para este estudio se recolectaron datos sobre la abundancia de aves marinas y playeras e información relacionada con actividades humanas en la zona costera. Los con-

teos se llevaron a cabo desde una embarcación siguiendo una ruta paralela a la costa, tanto dentro

como fuera de la bahía, usando un posicionador satelital para registrar la distribución de aves y actividades humanas. Además, se realizó un muestreo a pie en la playa La Barra siguiendo el mismo protocolo anterior (Navarrete 2014, Ruiz-Guerra *et al.*, 2015).

Se recopilaban detalles sobre actividades humanas como pesca, tala

y presencia de animales domésticos (perros y gatos), al igual que otros indicadores de intervención humana en el área.

Los datos recopilados se analizaron a partir de la abundancia relativa, distribución geográfica, así como la ubicación de actividades humanas. Finalmente, se utilizó el software ArcGIS para mapear la distribución de aves y de las actividades humanas, este componente se consideró teniendo en cuenta el protocolo establecido para impactos en el Migratory Shorebird Project (<https://migratoryshorebirdproject.org/>)

Abundancia, distribución y diversidad de aves

La avifauna se distribuye a lo largo de la línea de costa del parque principalmente realizando actividades de descanso y alimentación. El conteo de aves fue realizado en 64 puntos y abarcó aproximadamente el 80 % de la zona protegida, además de una pequeña porción del Distrito Regional de

Manejo Integrado (DRMI) La Plata. Con un esfuerzo combinado de 22 horas/hombre, se registraron un total de 16 especies y 1.718 individuos, pertenecientes a 6 familias. En particular, destacó la presencia de 9 especies de aves playeras (chorlos y correlimos con 999 individuos) y 7 especies de aves marinas (con 719 individuos).

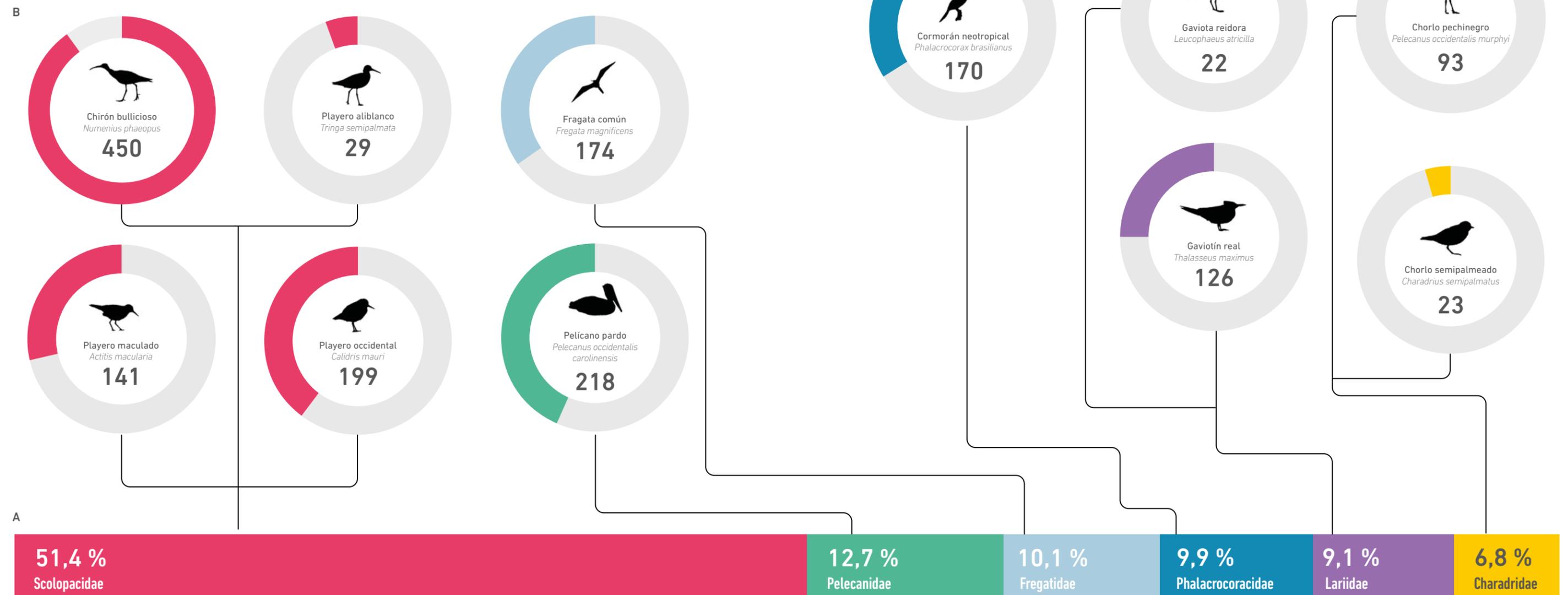
La familia Scolopacidae (playeros) representó más de la mitad de la abundancia total, con un 51,4 % (Figura 3.1A). Entre las especies más notables se encuentran el chirón bullicioso (*Numenius phaeopus*), con 450 individuos registrados, y el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*), con 218 individuos (Figura 3.1B). Es relevante señalar que la

mayoría de estas aves son migratorias boreales y suelen permanecer en el Pacífico colombiano entre los meses julio y enero. La mayor concentración de aves se encontró en los planos lodosos intermareales, en la parte central de la Bahía Málaga, donde se detectó aproximadamente al 58,9 % de los individuos registrados.

Se registraron 16 especies y se contaron 1.718 individuos pertenecientes a 6 familias. Al nivel de familia, la Scolopacidae (playeros) estuvo compuesta por 7 especies, seguida de Lariidae (gaviotas y gaviotines) con 4 especies (Figura 3.1A). Por su parte, las especies más abundantes fueron el chirón bullicioso (*Numenius phaeopus*) y el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*) (Figura 3.1B). Estas especies son representativas de la avifauna marino-costera del Pacífico colombiano en términos de su diversidad.



Figura 3.1. A, Porcentaje de familias de aves avistado en fase de campo en Bahía Málaga. B, Número de individuos por especie avistados en la fase de campo de Bahía Málaga



Además, se identificaron 3 sitios de concentración importantes para la alimentación de las aves playeras, correspondientes a planos lodosos al interior de la bahía. Para las aves playeras (**Figura 3.2A**), uno de ellos estaba dentro del Parque y los otros dos en el DRMI La Plata. Estos sitios no solo presentaron una mayor abundancia (entre 151 y 200 individuos), sino también una mayor diversidad de especies (entre 7 y 13 especies).

En el caso de las aves marinas (**Figura 3.2B**), se observaron dos dormitorios en islotes de manglar en la zona media de la bahía (entre

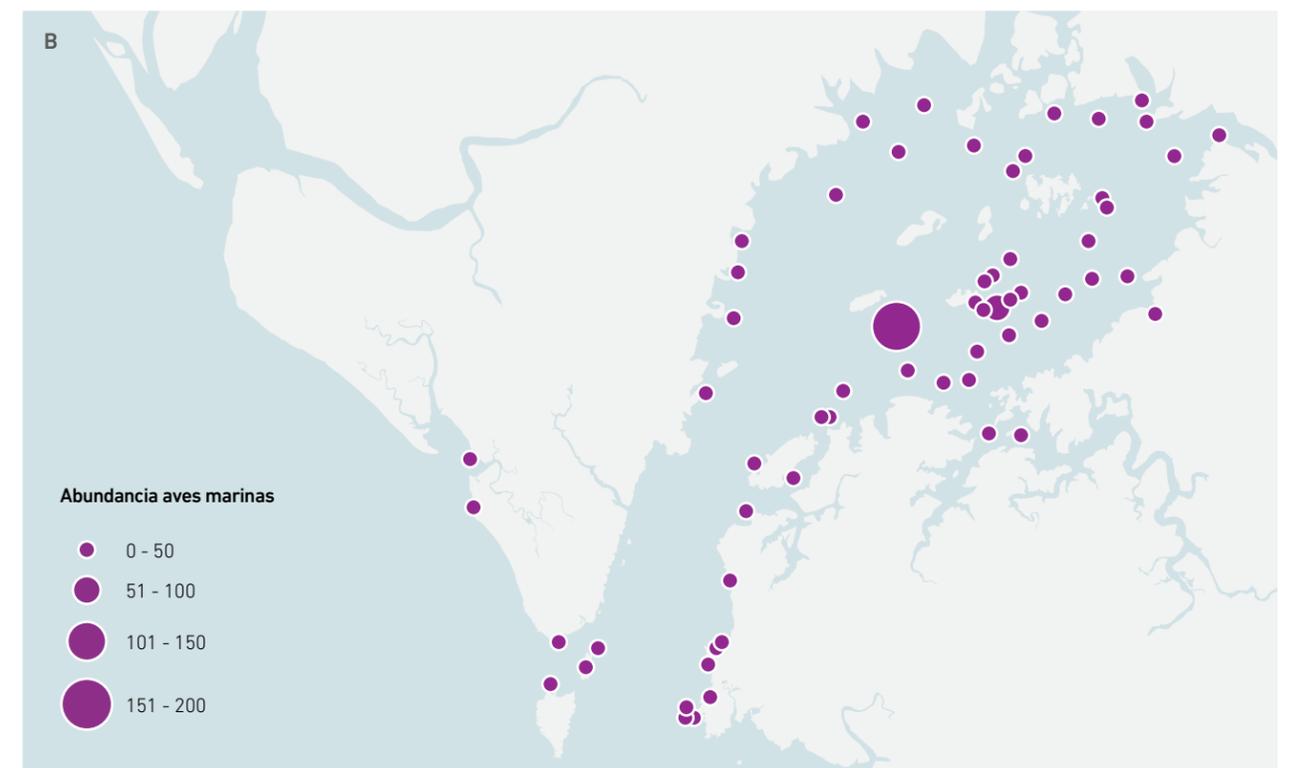
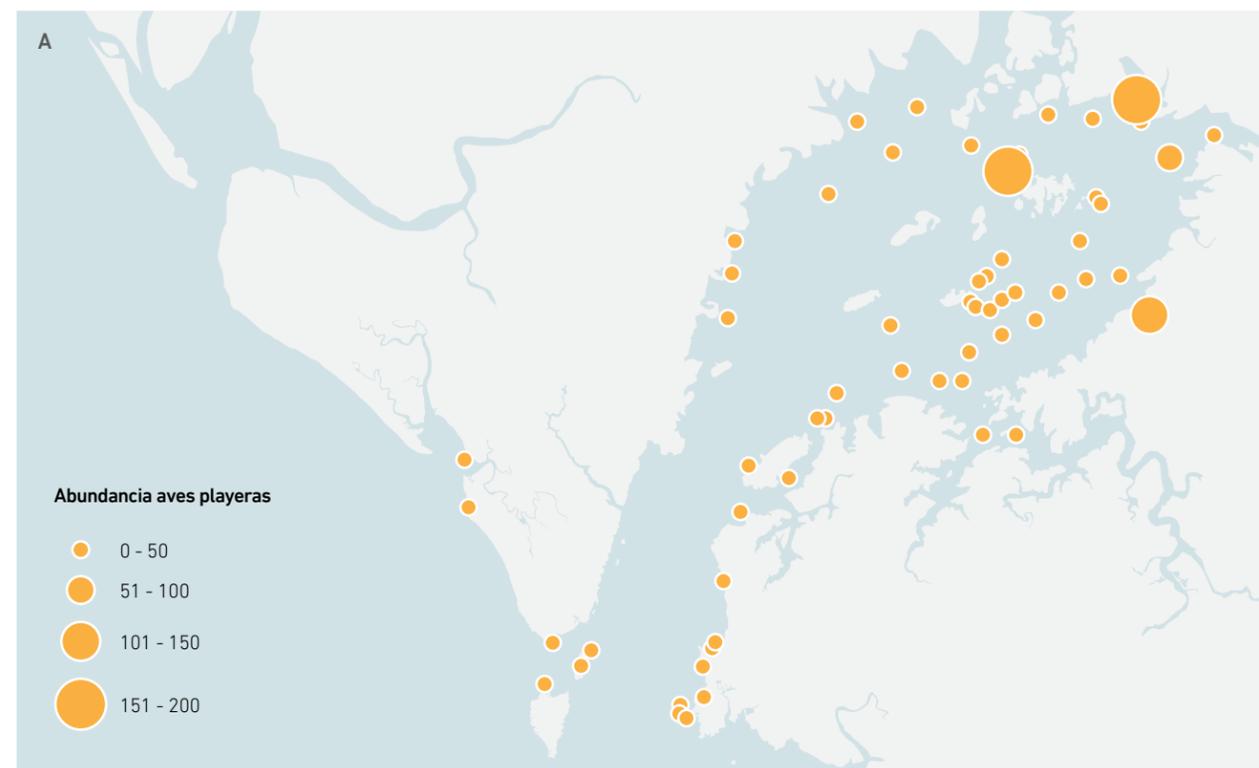
51 y 200 individuos) (**Figura 3.1B**), donde las fragatas comunes (*Fregata magnificens*) y los cormoranes (*Phalacrocorax brasilianus*) son las especies predominantes. Otros dos dormitorios pequeños también se registraron en la zona, y la mayoría son mixtos, compuestos por varias especies tanto de aves marinas como playeras. Estos resultados destacan la importancia de Bahía Málaga como un hábitat crítico de estas aves para el descanso y alimentación. Además, resalta la complementariedad de hábitats para estas aves entre las áreas protegidas (el Parque Nacional Uramba Bahía Málaga y el DRMI La Plata).



Las aves playeras y marinas se distribuyeron en diferentes zonas. Las primeras se concentraron en la parte interna de la bahía, cuya principal actividad fue la alimentación en planos lodosos, mientras que las aves marinas se concentraron en la parte media, en dos sitios usados como dormitorios (**Figura 3.2**). Ambos grupos usan el mismo hábitat de manera diferente. Mientras las aves playeras forrajearon sobre los planos intermareales, las marinas los utilizaron como plataforma para el descanso.

La mayor concentración de aves se detectó en los planos lodosos intermareales ubicados en las partes media e interna de la bahía de Málaga, donde se registró aproximadamente al 58,9 % de los individuos. Los principales grupos de aves acuáticas fueron los chorlos y playeros, que comprendieron 9 especies y 999 individuos. Por su parte, las aves marinas estuvieron representadas por 7 especies y 719 individuos. Hay que resaltar el valor ecosistémico de los planos intermareales y las áreas de manglar adyacentes, como hábitats claves para aves marinas y playeras.

Figura 3.2. A, Sitios de concentración de aves playeras. B, Sitios de concentración de aves marinas



Impacto de las actividades humanas sobre las aves

El estudio reveló que aproximadamente el 61 % de los puntos de observación en el área analizada mostraron alguna presión humana, con un total de 39 puntos. Entre las actividades registradas se incluyen la pesca y la recolección artesanal de moluscos y crustáceos, la presencia de animales domésticos, la infraestructura de viviendas, la tala para el aprovechamiento local y se observó la presencia de residuos sólidos (Figura 3.3).

De estas actividades, la pesca y la recolección artesanal de moluscos son las más comunes, represen-

tando el 15 % de las actividades registradas, seguidas por la presencia de centros poblados cerca de las áreas ocupadas por las aves, que representaron el 8 %. Es importante destacar que algunas personas dedicadas a la recolección artesanal de moluscos pueden llevar consigo a sus mascotas, sin considerar el potencial disturbio que pueden causar a las aves. En una ocasión, se observó cómo un perro persiguió a un ave playera, lo que indica que estas situaciones pueden no ser casos aislados.

Este hallazgo subraya la necesidad de mejorar la gestión de las actividades humanas en las comunidades aledañas al Parque, acom-

pañada de procesos de educación ambiental. Aún así, no se puede desconocer que fuera de las áreas protegidas también existen otras presiones que podrían afectar la avifauna y la biodiversidad marina en general, como las acciones de dragado de puerto y la descarga de residuos provenientes del área urbana de Buenaventura, las cuales pueden aumentar la presencia de diferentes sólidos y químicos suspendidos. Un ejemplo de esto es el aumento de microplásticos en la bahía de Buenaventura como producto de las descargas residuales, los desechos de aparejos para la pesca y la escorrentía, que también pueden aumentar en épocas de dragado (Vásquez-Molano *et al.*, 2021).



Pelícano pardo
Pelecanus occidentalis

Más aún, al menos el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*) se reproduce en la zona de Isla Palma (Naranjo *et al.*, 1998; Cifuentes-Sarmiento y Ruíz-Guerra, 2009; Parques Nacionales, 2019).

Aunque ninguna de las especies observadas está en peligro de extinción, varias de ellas han experimentado disminuciones poblacionales significativas a nivel global o hemisférico. Esto es particularmente preocupante en especies como el chirón bullicioso (*Numenius phaeopus*) y el chorlo de los rompientes (*Calidris virgata*), cuyas poblaciones en Estados Unidos han disminuido en un 50 % en las últimas 5 décadas (Delany y Scott, 2006), además de 8 especies de aves playeras registradas consideradas de importancia para la conservación en Colombia (Johnston-González *et al.*, 2010). Aunque las abundancias encontradas en este estudio son menores en comparación con otras áreas del Pacífico colombiano, el área de Málaga destaca como un lugar de gran importancia local para las aves

marinas y playeras (Johnston-González *et al.*, 2009), dado que muchas de estas especies son migratorias y usan el corredor de migración del Pacífico (Senner *et al.* 2016). Por tanto, es fundamental conservar sus hábitats de hibernación, como es el caso del PNN Uramba Bahía Málaga (BirdLife, 2022).

En cuanto a las especies marinas registradas, el pelicano común (*Pelecanus occidentalis*) destaca como un residente clave en la zona, aunque su abundancia puede variar debido a su época reproductiva que ocurre principalmente entre febrero y agosto (Cadena y Naranjo, 2014). Se ha observado también una reciente agregación de individuos en la bahía, lo que plantea la necesidad de investigar si esto indica la formación de una colonia satélite o se trata de un área de descanso.

Si bien este estudio no evaluó directamente el impacto de las actividades humanas en las aves marinas y playeras, es importante considerar su incidencia en la distribución y abundancia de estas aves, así como su efecto en la calidad y la cantidad de hábitats disponibles. Los residuos sólidos, la presencia de animales domésticos y la pesca son factores que podrían afectar tanto a las aves como el entorno marino, y es esencial evaluar su influencia en este ecosistema único.

Figura 3.3. Tipos de usos antrópicos en los sitios de conteo de aves marinas y playeras



Bahía Málaga: un refugio clave para aves marinas y playeras en el Pacífico colombiano

Bahía Málaga, reconocida por su impresionante biodiversidad marina, no solo es el hogar de una rica variedad de peces e invertebrados marinos, sino también es un refugio esencial para las aves marinas y playeras (Castellanos-Galindo *et al.*, 2006; Lazarus-Agudelo y Cantera-Kintz, 2007; Invemar *et al.*, 2006). Nuestro estudio revela que estas aves aprovechan los diversos ecosistemas presentes en la bahía —como los manglares, arrecifes rocosos, playas e islas— para su alimentación y descanso.

Diversidad de peces marinos y dulceacuícolas

Bahía Málaga

Manuel Francisco Cano, Juan David Arias,
José Tavera
Universidad del Valle

Bahía Málaga es una región de importancia ecológica ya que cuenta con una amplia diversidad de ecosistemas marinos y costeros, entre los que se incluyen costas rocosas, planos lodosos, manglares, playas arenosas, fondos blandos y fondos duros (Kintz *et al.*, 2013). Esta bahía resguarda una variada y enigmática comunidad de peces, lo que la convierte en un área de indiscutible interés científico. Es por ello que a lo largo de las décadas recientes, la exploración y el estudio de la diversidad de peces en esta región ha sido objeto de atención constante.

▼ **Figura 4.1.** Grilla efectiva de muestreo de peces en PNN Uramba Bahía Málaga



▲ Puntos de muestreo efectivos del proyecto



Explorando la diversidad de peces en Bahía Málaga

En 1984, el profesor Efraín Rubio inauguró el camino de conocimiento sobre la diversidad de peces de la región, al proporcionar una lista preliminar de la diversidad íctica marina en la Bahía Málaga, con un conteo inicial de 124 especies de peces. Este interés no se detuvo ahí. En 2006, Castellanos-Galindo y sus colegas llevaron a cabo una revisión exhaustiva de este inventario, expandiendo su enfoque para incluir no solo a los peces marinos, sino también a los peces de ambientes estuarinos. Esta ampliación resultó en la incorporación de 113 nuevos registros, lo que elevó el

conteo total a 237 especies.

A medida que el tiempo transcurrió y se estableció el Parque Nacional Uramba Bahía Málaga, nuevas investigaciones se enfocaron en la diversidad de peces en ecosistemas específicos de la bahía. Un ejemplo destacado es el estudio realizado por Castellanos-Galindo y su equipo en 2020, quienes identificaron 26 especies de peces criptobentónicos. Cabe destacar que este trabajo subraya la necesidad de realizar muestreos específicos para evitar subestimar aquellos grupos que, debido a sus características biológicas, podrían pasar inadvertidos, como sucede con especies de pequeño tamaño.

En contraste con la atención dedicada a los peces marinos

y estuarinos, los peces de agua dulce en la región han sido insuficientemente investigados. Si bien el trabajo pionero de Córdoba y Giraldo en 2014 caracterizó la biodiversidad de peces en las quebradas de Isla Palma, aún persiste una falta de conocimiento sobre las especies de agua dulce que podrían encontrarse en las zonas más internas de la bahía.

Ante este escenario, con el objetivo de llenar el vacío de conocimiento existente en relación con estas especies e implementando diversas técnicas de muestreo que permitan hacer una identificación más precisa de las especies de peces marinos, salobres y dulceacuícolas presentes en el Parque Nacional Natural Bahía Málaga, se llevó a cabo un estudio de diversidad íctica en el marco de la ECP 2021-II.

Metodología de muestreo para la caracterización de peces

Se llevaron a cabo 11 días de muestreo y se seleccionaron 20 puntos para realizarlo (**Figura 4.1**), tanto en la periferia como en el interior de la bahía, abarcando una variedad de ecosistemas marinos que incluyeron fondos arenosos, fondos rocosos, estuarios y ambientes dulceacuícolas. Para abordar las particularidades de cada entorno, se emplearon diversas técnicas, censos visuales mediante buceo autónomo y esnórquel, así como artes de pesca como atarrayas, trasmallos, líneas de mano, palangres y arpones. Además, se colaboró con pescadores locales para identificar, extraer tejido y documentar fotográficamente las especies capturadas en sus faenas de pesca. Los especímenes colectados se fotografiaron, etiquetaron y congelaron para su posterior identificación en el laboratorio de ictiología de la Universidad del Valle. Los especímenes se incorporaron en la Colección Ictiológica de Referencia de la Universidad del Valle (CIR-UV).

Riqueza de peces en Bahía Málaga

Durante este estudio se identificaron un total de 133 especies de peces, pertenecientes a 46 familias y 33 órdenes. De este proceso hay que destacar la valiosa contribución de las personas de las comunidades locales, quienes proporcionaron

nombres comunes de las especies en la bahía y compartieron información sobre la relación de estas con los diversos tipos de ambientes.

El orden más abundante en los variados ecosistemas de la bahía resultó ser lutjaniformes, con un enfoque particular en las familias Haemulidae (9 spp) y Lutjanidae (8 spp). Cabe mencionar que el arte de pesca más efectivo fue la línea de mano, lo que coincide con su predominante uso en la comunidad local. Por otra parte, la mayoría de las especies de pargos (familia Lutjanidae) se registraron en varios puntos de muestreo a lo largo de la bahía. Sin embargo, hubo especies de interés comercial como la sierra (*Scomberomorus sierra*) o como el pez aguja (*Tylosurus fodiator*) que solo se avistaron en la parte externa de la bahía.

En cuanto a la diversidad por hábitat, los ecosistemas marinos de fondo rocoso albergaron al mayor número de especies. En contraste, las quebradas presentaron la menor diversidad, con solo 7 especies

registradas. Por su parte, el ecosistema estuarino se destacó por incluir una parte significativa de las especies marinas, e incluso se identificaron registros únicos que no habían sido documentados previamente en la bahía, como *Alphestes multiguttatus*. Adicionalmente, se colectaron e identificaron dos especies de peces nuevas para la ciencia, que se encuentran en proceso de descripción.

Este estudio resalta la importancia de mantener una interacción constante entre las comunidades locales de la bahía y la comunidad científica. Estas colaboraciones son fundamentales considerando la relevancia de la biodiversidad íctica en la vida de dichas comunidades. Además, es necesario realizar futuras investigaciones similares para continuar profundizando en nuestro conocimiento de este diverso ecosistema.



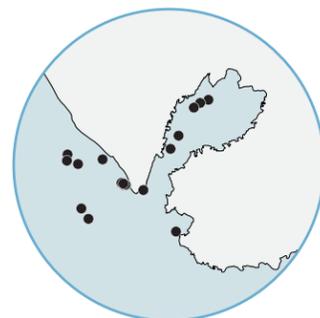
Diversidad y abundancia relativa de tiburones y rayas

PNN Uramba – Bahía Málaga, Colombia

Diego Cardeñosa, María Alejandra Herrera
Florida International University, NOVA Southeastern University

Los tiburones, rayas y quimeras enfrentan una grave amenaza a nivel global, y se sitúan como la segunda clase más vulnerable de vertebrados según la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Díaz *et al.*, 2019). Esta amenaza se debe en gran medida a la sobreexplotación a través de la pesca selectiva e incidental, que ha llevado a que aproximadamente un tercio de estas especies esté catalogado con algún nivel de amenaza (Dulvy *et al.*, 2021). Las aguas costeras subtropicales y tropicales son las más afectadas, con más del 75 % de sus especies en situación de riesgo, debido a factores como la baja gobernanza y las altas presiones antropogénicas en países tropicales (MacNeil *et al.*, 2020).

▼ Puntos de muestreo efectivos del proyecto



▲ Cornuda amarilla
Sphyrna corona

▲ Raya látigo
Hypanus longus

La supervivencia de los tiburones y rayas en un océano de desafíos

La disminución de las poblaciones de elasmobranquios en todo el mundo ha generado preocupación global y, consecuentemente, se ha resaltado la necesidad de proteger a estas especies de la sobreexplotación (Dulvy *et al.*, 2021; Simpfendorfer y Dulvy, 2017; Worm *et al.*, 2013). Casi una cuarta parte de estos animales está en peligro de extinción, y muchas otras especies se acercan a ese umbral o carecen de datos suficientes para su evaluación. La principal amenaza es la pesca destinada a abastecer mercados de aletas y carne (Worm *et al.*, 2013), y los impactos más graves se observan en las áreas continentales e insulares, especialmente en las zonas tropicales y subtropicales, donde no se dis-

pone de los recursos adecuados para revertir esta tendencia.

La escasez de datos para monitorear la abundancia y diversidad de estos animales es también un desafío clave en la identificación de las áreas más afectadas por las actividades humanas y la protección de sus hábitats. Además, dificulta establecer líneas base esenciales para la restauración y la evaluación de impactos ecológicos. Así las cosas, si bien la creación de estrategias de mitigación y planes de manejo es esencial, la falta de información ecológica sobre la mayoría de las especies obstaculiza este proceso. En muchos casos ni siquiera se dispone de datos básicos sobre diversidad y abundancia, lo que impide proponer proyectos de investigación y conservación con objetivos medibles de éxito.

Tiburón martillo en el Pacífico colombiano

El género *Sphyrna*, que engloba a los tiburones martillo, presenta en Colombia un total de 6 especies confirmadas: *S. tudes*, *S. lewini*, *S. tiburo*, *S. media*, *S. mokarran* y *S. corona* (Hleap *et al.*, 2011; Mejía-Falla *et al.*, 2007). Entre ellas, la *S. corona* se destaca por tener un tamaño más reducido. Se encuentra distribuida en el Pacífico colombiano y abarca un rango desde Perú a California, ocupando hábitats costeros y bentopelágicos a profundidades de hasta 100 metros (Compagno, 1984). Esta especie es objeto de captura en pesca tanto industrial como artesanal, debido a la demanda de su carne y aletas. Además, posee una relevancia significativa a nivel local y nacional (Hleap *et al.*, 2011). A pesar de su estatus de «peligro crítico de extinción» según la IUCN (Pollom *et al.*, 2020) y de su importancia en el plan de acción nacional para la conservación y manejo de tiburones, rayas y quimeras de Colombia (Caldas *et al.*, 2010), el conocimiento sobre la biodiversidad de *S. corona* y la vulnerabilidad de sus poblaciones es limitado, lo que implica desafíos significativos en su conservación.

Tiburones y rayas en Bahía Málaga

El presente estudio tiene como objetivo identificar la diversidad y abundancia relativa de elasmobranchios en las zonas de pesca de las comunidades locales del Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga, en el marco de la ECP 2021-II. Para esto, mediante el uso de palangres y líneas de mano, y siguiendo el conocimiento de los pescadores locales, se buscó capturar, identificar, medir y liberar las especies presentes en la zona. Los datos recolectados serán utilizados para crear una línea base con abundancias relati-

vas que permita plantear mejores proyectos de investigación enfocados a las especies locales.

Muestreo de tiburones y rayas

Se estudió la diversidad y abundancia relativa de elasmobranchios en sitios escogidos según el conocimiento de las comunidades locales. Para ello, se utilizaron líneas de mano y palangres con anzuelos cebados con sardina o lisa, con un tiempo de inmersión de los anzuelos variable hasta un máximo de 1 hora. Los individuos capturados fueron medidos, se identificó el sexo y madurez sexual, y se extrajo

una muestra de ADN de la segunda aleta dorsal. Las muestras de tejido se obtuvieron cortando un pequeño segmento de la segunda aleta dorsal y se preservaron en etanol al 70 %.

Se estimó la captura según la unidad de esfuerzo corregida con la pérdida de carnada a partir del número total de anzuelos, el tiempo de inmersión, el número de anzuelos con carnada perdida, y el número de tiburones y rayas capturado. Se pusieron un total de 17 palangres con diferente número de anzuelos durante 8 días, y se realizó pesca con línea de mano durante 4 días.

Abundancia y diversidad de tiburones y rayas

Durante la pesca con palangre, el 42 % de los anzuelos fue recuperado sin carnada. De las capturas de elasmobranchios con palangre, el 47 % fueron tiburones y el 53 %, capturas de rayas (**Figura 5.1**). De los 19 individuos capturados, 11 fueron rayas de las especies *Pseudobatus planiceps* [n=2], y hubo una especie desconocida de raya que está siendo analizada para su descripción taxonómica como nueva especie [n=9]. Se capturaron 9 tiburones de las especies *Sphyrna corona* [n=6], *Sphyrna lewini* [n=2], y *Carcharhinus cerdale* [n=1]. Las 3 especies de

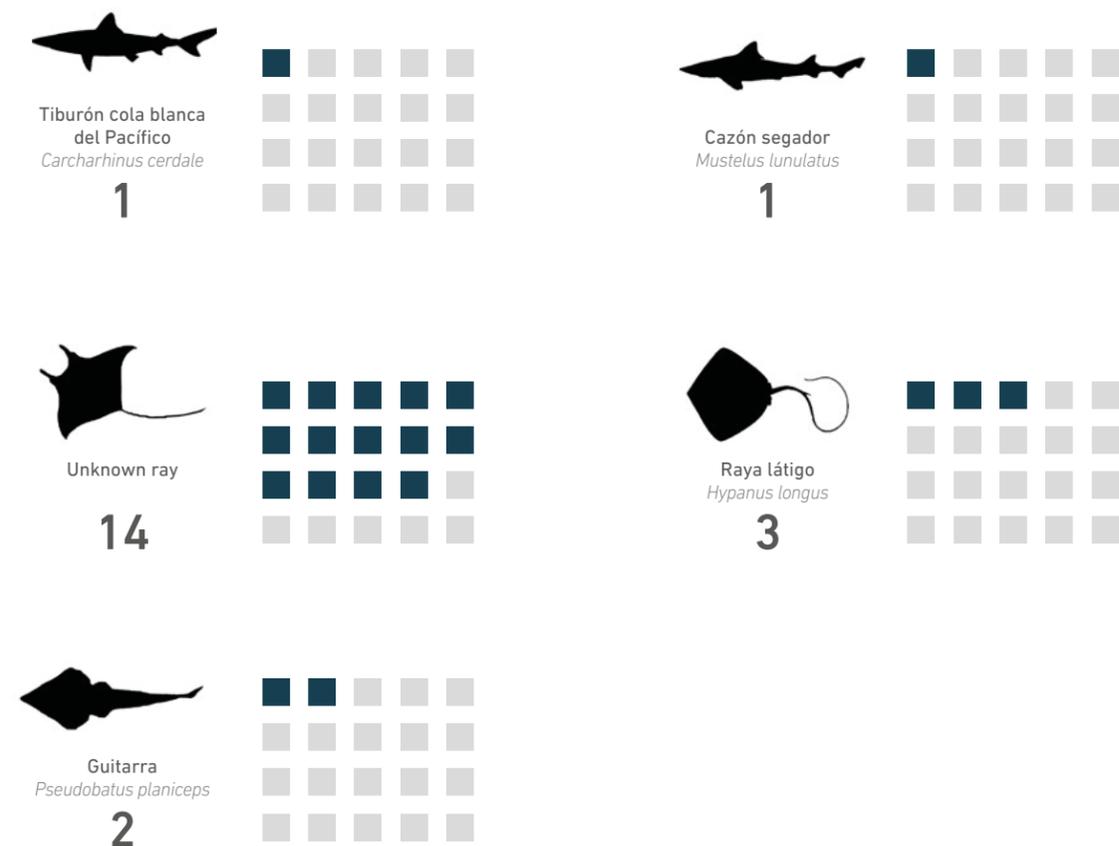
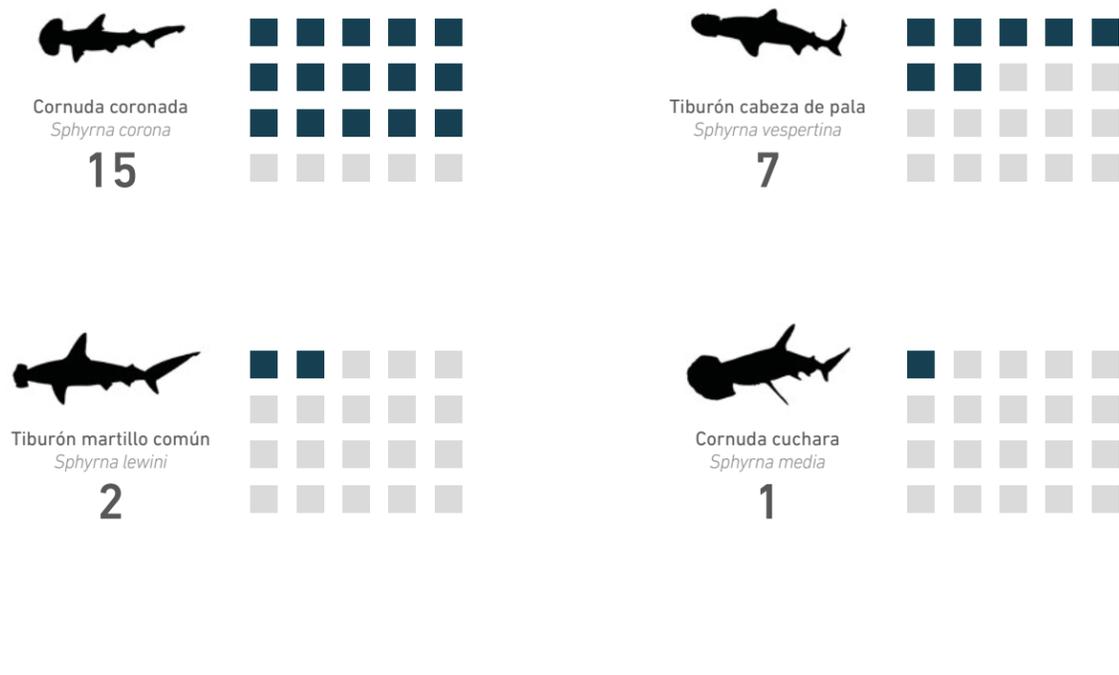
tiburón encontradas están en peligro crítico de extinción.

La captura por unidad de esfuerzo fue baja ($CPUE_{\text{tiburones}}=0,00028$, $CPUE_{\text{rayas}}=0,00023$), a pesar de utilizar una gran cantidad de anzuelos, lo que sugiere una baja abundancia relativa de tiburones y rayas en la zona. Durante las jornadas con pesca con línea de mano, se capturaron 12 individuos: 2 de la raya *Hypanus longus*, 9 del tiburón *Sphyrna corona* y 1 individuo de *Sphyrna media*, otra especie en peligro crítico de extinción. Se identificaron 2 especies de tiburón adicionales capturadas por los pescadores de la zona en el área

interna de la bahía: *Sphyrna vespertina* [n=4] y *Mustelus lunulatus* [n=1]. Las muestras fueron depositadas en la colección de muestras de la Florida International University en Miami, Florida (EE. UU.).

Se descubrió que la bahía es de los pocos sitios con una abundancia relativamente alta de *Sphyrna corona*, una especie que ha desaparecido en varios sitios de su distribución geográfica. Durante el estudio se capturaron un total de 15 individuos, la mayoría hembras de más de 60 cm. También se encontraron otras 3 especies de tiburón martillo que igualmente están amenazadas.

Figura 5.1. Número total de individuos de elasmobranchios encontrados por especie en el PNN Uramba Bahía Málaga



Un llamado a la conservación del tiburón martillo en Bahía Málaga

Por medio de este estudio se ha podido evidenciar que Bahía Málaga es un refugio vital para varias especies de peces cartilaginosos que están en peligro crítico de extinción. Sin embargo, los datos arrojaron una preocupante realidad: la captura de estos elasmobranchios es alarmantemente baja en relación con el esfuerzo de pesca. Esto demuestra la urgente necesidad de implementar medidas de manejo pesquero que salvaguarden a estas especies vitales para el ecosistema marino.

Antecedentes previos ya habían identificado la presencia de estas especies en la zona, principalmente a través de actividades pesqueras (Mejía-Falla y Navia, 2006), pero la investigación actual ha proporcionado una visión más detallada de su distribución al interior del parque. Más aún, también se ha revelado que especies de tiburón martillo como *Sphyrna media* y *Sphyrna vespertina* están sufriendo una disminución preocupante, pues son unas de las principales fuentes de captura de los pescadores locales.

Una especie que destaca en esta bahía es el *Sphyrna corona*, que tiene alta abundancia en la zona a pesar de haber desaparecido en gran parte de su rango geográfico (Pollom *et al.*, 2020). Este descu-



▲ Cachuda amarilla
Sphyrna corona

▶ Cornuda cuchara
Sphyrna media

▼ Tiburón cabeza de pala
Sphyrna vespertina

brimiento resalta la importancia de realizar investigaciones más detalladas para determinar las áreas críticas para conservación, al igual que la necesidad de trabajar en conjunto con la comunidad para desarrollar un plan de manejo que proteja a esta especie de las redes de pesca.

La distribución de las capturas también ha revelado patrones intrigantes. Algunas especies como *S. corona* y *S. media*, fueron encontradas con mayor frecuencia en áreas costeras fuera de la bahía, mientras que el *S. lewini* se capturó principalmente en los alrededores de negritos. Por otro lado, la *S. vespertina* es más comúnmente atrapada por los pescadores dentro de la bahía, aunque su presencia está disminuyendo. Estos patrones podrían estar relacionados con diferencias en la disponibilidad de recursos o con la necesidad de evitar la competencia entre especies debido a sus dietas similares (Galindo *et al.*, 2021).

El desafío de la conservación del tiburón martillo

El desafío de conservar estas especies está agravado por la dependencia de las comunidades locales en la pesca como actividad económica, además del turismo. Sumado a ello, la falta de gobernabilidad y la ausencia de planes de manejo en el área plantean una amenaza adicional a la estabilidad de las poblaciones de peces en esta región. La coexistencia de estas dos actividades económicas en el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga es un dilema crucial que debe ser abordado con urgencia para garantizar la sostenibilidad de este valioso ecosistema marino.

Un futuro para la conservación marina: creación de zonas protegidas y trabajo con comunidades locales

Este estudio revela la necesidad de continuar investigando para comprender a fondo la importancia que tienen áreas específicas en la conservación de las especies amenazadas dentro del parque. Los resultados preliminares resaltan la significativa relevancia del área costera del parque —comprendida entre el río San Juan y la entrada a la bahía— para la conservación de la especie *Sphyr-*

na corona. Además, la presencia de varias especies críticamente amenazadas en el parque demuestra la urgencia de iniciar esfuerzos colaborativos con la comunidad local para establecer zonas protegidas que garanticen la conservación a largo plazo de estas especies.

Así mismo, el estudio sienta las bases para futuras investigaciones que busquen profundizar en la distribución de estas especies en el área y también para desarrollar un plan de manejo específico que pueda tener un impacto positivo en las

poblaciones. Los resultados ponen de manifiesto que Bahía Málaga es un ecosistema y un hábitat activamente utilizado por especies de tiburón críticamente amenazadas. Sin embargo, también destaca la ausencia de medidas de protección efectivas para estas especies, que continúan siendo capturadas por los pescadores locales. En ese sentido, el desafío actual es implementar estrategias de conservación adecuadas que equilibren las necesidades de las comunidades locales con la preservación de estas especies en peligro.

PaSIGfico, sistema de información geográfica del Pacífico colombiano

Paola Echeverry Hernández, Angie Montoya González, Stephany Montoya Sáchica
Dirección General Marítima

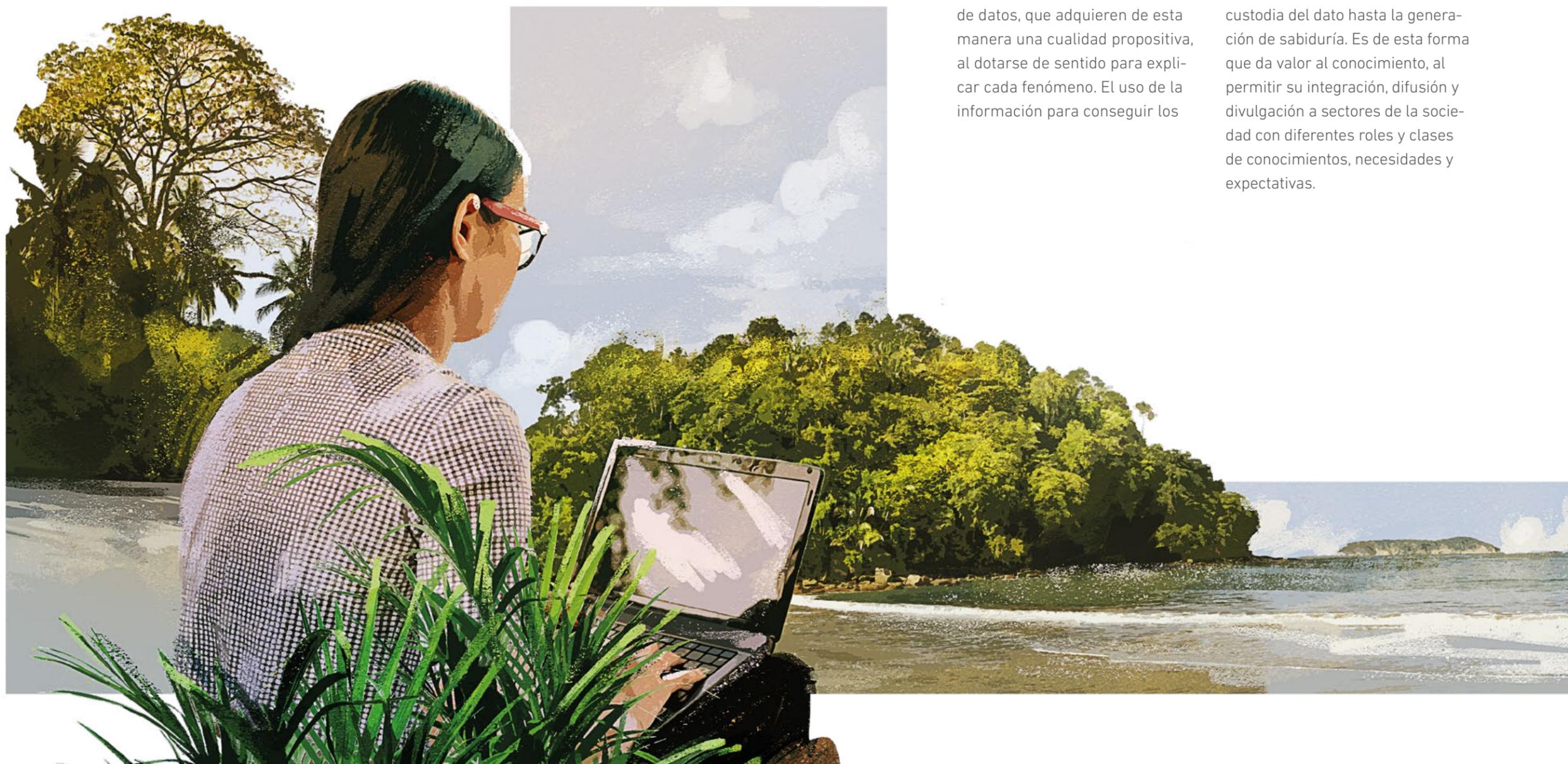
Más que un Sistema de Información geográfica (SIG), PaSIGfico busca ser la ciencia de la información geográfica (GIScience, por sus siglas en inglés) del Pacífico colombiano, para, responder no solo las preguntas «qué» y «dónde», sino también el «cómo» y «por qué». Este proyecto liderado por la Dirección General Marítima que ha acompañado las expediciones científicas al Pacífico desde sus inicios, tiene como objetivo principal contribuir al conocimiento científico, social y cultural de esta región, mediante la aplicación de tecnologías geoespaciales al servicio de la ciencia y la sociedad.

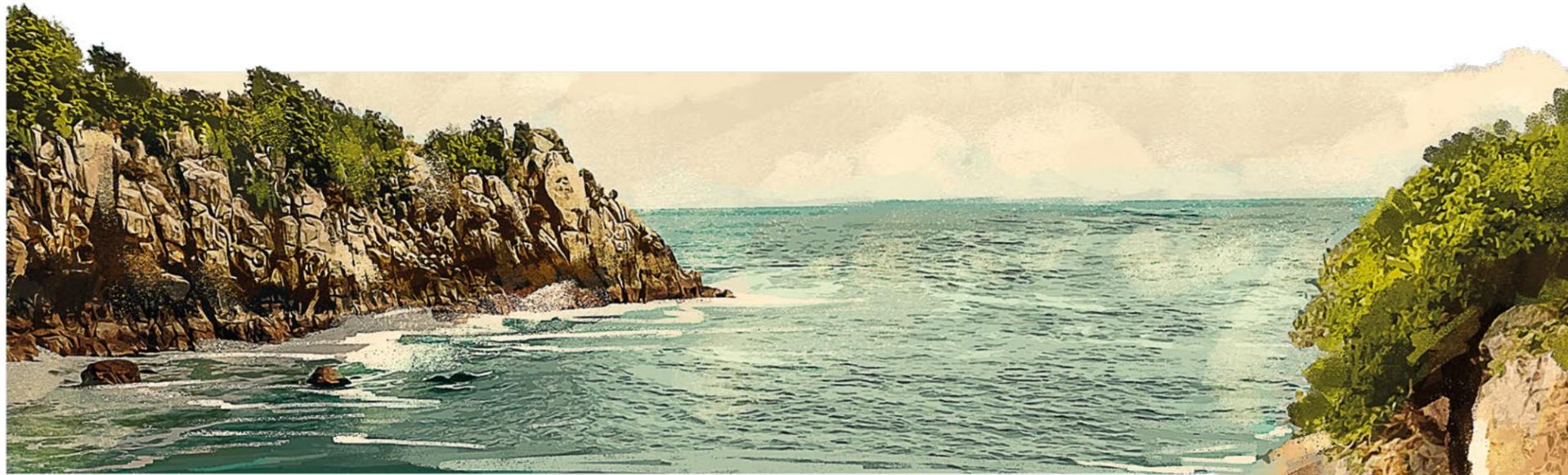
¿Por qué se construye este proyecto?

La base teórica del proyecto PaSIGfico es un concepto denominado «pirámide del conocimiento» o DIKW hierarchy (Russell Ackoff), que explica el proceso de gestión del conocimiento en cualquier ámbito. En él se representan las relaciones entre los datos, la información, el conocimiento y la

sabiduría. Cada capa tiene un nivel más alto de complejidad, siendo los datos el elemento más simple y la sabiduría el más complejo. En el contexto científico de la expedición, un dato es la representación simbólica, característica o el atributo obtenido durante la fase de campo de cada proyecto; este tiene un valor inmenso por sí mismo, en la medida en que al ser procesado se obtenga información. La información es el conjunto organizado y procesado de datos, que adquieren de esta manera una cualidad propositiva, al dotarse de sentido para explicar cada fenómeno. El uso de la información para conseguir los

objetivos de cada proyecto y su aplicación a la solución de problemas y la toma de decisiones es lo que conforma el conocimiento. Finalmente, en lo alto de la pirámide está la sabiduría, o el «grado más elevado del conocimiento», que se logra con la evaluación e internalización del conocimiento y su relación con las metas, intereses y valores. El proyecto es, entonces, una herramienta geomática que integra la gestión de conocimiento en todo su ciclo de vida, desde la custodia del dato hasta la generación de sabiduría. Es de esta forma que da valor al conocimiento, al permitir su integración, difusión y divulgación a sectores de la sociedad con diferentes roles y clases de conocimientos, necesidades y expectativas.





Tecnología, ciencia y políticas

La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) formuló el Decenio de las Naciones Unidas de las Ciencias Oceánicas para el Desarrollo Sostenible 2021-2030, cuyo objetivo es lograr «la ciencia que necesitamos para el océano que queremos» y cuya misión es «impulsar soluciones transformadoras de ciencias oceánicas para el desarrollo sostenible, conectando a las personas con nuestro océano» (COI, 2020). En el Decenio se plantea lograr 7 resultados: un océano limpio, un océano saludable y resiliente, un océano productivo, un océano predecible, un océano seguro, un océano inspirador y estimulante, y un océano accesible. Este último objetivo busca brindar acceso abierto y equitativo a los datos, la información, la tecnología y la innovación, por lo que se puede considerar una meta transversal a las otras seis.

El espíritu del Decenio «es pasar del océano» que tenemos al «océano que queremos», a través del cumplimiento de 10 desafíos que, para efectos de este proyecto, dividiremos en dos. Los primeros 7 incluyen el conocimiento y los desarrollos en torno al océano. Por su parte, los últimos 3 se enfocan en: a) crear un sistema de representación global digital del océano que brinde un acceso gratuito y abierto para la exploración, el descubrimiento y la visualización de las condiciones pasadas, actuales y futuras del océano; b) buscar el acceso equitativo a los datos, la información, los conocimientos y la tecnología en todos los aspectos de las ciencias oceánicas; y c) garantizar la comprensión general de los múltiples valores y servicios del océano, y superar los obstáculos para conseguir el cambio de conducta necesario para que se dé un cambio profundo en la relación de la humanidad con el océano.

PaSIGficio es un sistema creado en el marco de la Infraestructura de Datos Espaciales Marítima, Fluvial y Costera, dando cumplimiento al CONPES 3990 y a Colombia Potencia Bioceánica. Además, con él se busca aportar a los planteamientos de la Década del Océano y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, al poner a disposición herramientas geomáticas para la gestión de datos, información y conocimiento integrado y compartible entre científicos, tomadores de decisiones, formuladores de políticas y la comunidad. En este sentido, por tratarse de una herramienta tecnológica transversal, esta brinda canales de comunicación y participación entre la academia, la comunidad, el gobierno y la sociedad civil en torno al conocimiento de diferentes fuentes y saberes.

Componentes de PaSIGficio

El proyecto busca aportar a la gestión del conocimiento científico, social y cultural del Pacífico colombiano a través de la implementación de un Sistema de Información geográfica robusto e integrado que incluya herramientas para todas las fases del ciclo de vida del conocimiento, desde la consecución de datos hasta la disposición a la comunidad e integración de sus saberes. Para ello, este dispone —bajo el estándar de la Infraestructura de Datos Espaciales Marítima, Fluvial y Costera— un esquema en la base de datos geográfica, el cual está destinado a almacenar e integrar los resultados de los proyectos de investigación desarrollados. Igualmente, crea geoaplicaciones para la captura de datos y el análisis de información, como apoyo a los proyectos de investigación. Además, diseña un ambiente geomático para crear una conexión

en doble vía entre el conocimiento ancestral de la comunidad y el conocimiento científico, al igual que brindarle soporte y asesoría durante la expedición, e inclusive en etapas previas y posteriores, a los investigadores para manejar y alimentar las herramientas GIScience. Sus componentes tecnológicos y sus políticas de acceso y uso de la información cumplen con los estándares y protocolos definidos por el Open Geospatial Consortium y la International Organization for Standardization para la construcción de sistemas geográficos compatibles y compartibles. PaSIGficio adopta políticas, normas, directivas y procedimientos generados en la IDE sectorial a la que hace parte, con el fin de que los datos, la información y el conocimiento sean adecuadamente manejados y estén a disposición de la comunidad en todos sus niveles, de acuerdo con la normatividad nacional y lo que definan los propietarios de los datos e información contenidos en él.



Retos actuales y futuros

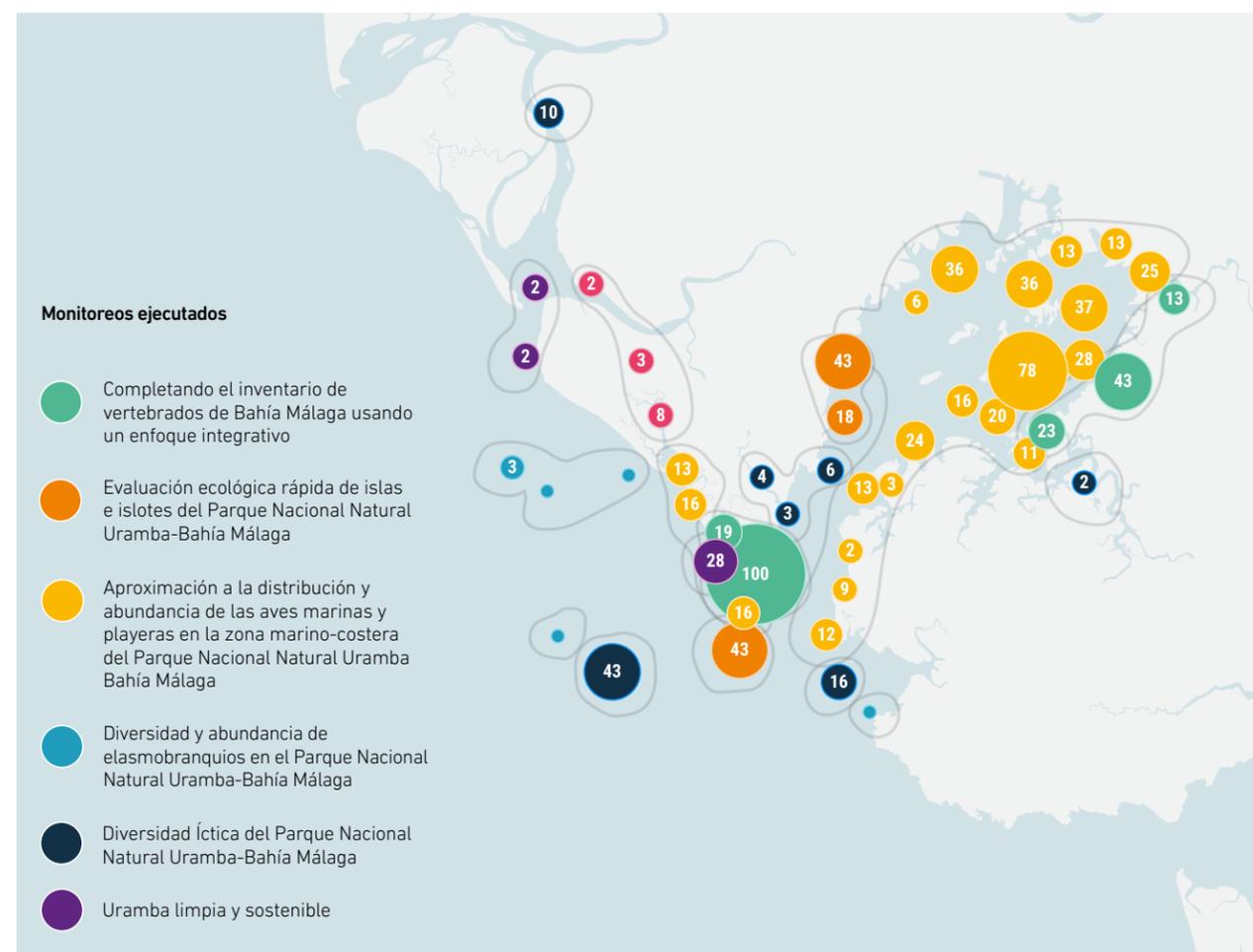
Uno de los mayores retos a los que se enfrenta la ciencia es lograr la participación ciudadana para alcanzar conocimiento. En ese sentido, es esencial fomentar las experiencias de los ciudadanos, ampliar el conocimiento y generar mayores perspectivas en las ciencias, para que se desarrollen políticas reguladoras más

sólidas, eficaces y de confianza. La ciudadanía debe comprender cuáles son los efectos sociales de la investigación científica. La apropiación social del conocimiento científico pretende crear una sociedad con conocimientos sólidos y colaborativos que permitan tomar decisiones responsables basadas en los recursos y en la sostenibilidad (Unesco, 2018).



Para más información escanee el QR

Figura 6.1. Monitoreo ejecutado durante la ECP Bahía Málaga. Se observa una mayor concentración de puntos de muestreo en las regiones de mayor elevación. Estas áreas corresponden al archipiélago que incluye Isla de la Plata e Isla Palma



Lograr la apropiación social del conocimiento generado en el marco de la ECP depende de 2 actores con igualdad de responsabilidades. Por un lado están los investigadores y las organizaciones, quienes deben fomentar espacios de acercamiento a la comunidad con herramientas de difusión; por el otro, la comunidad, que debe estar abierta a recibir y entender el conocimiento, aunque este tenga un lenguaje científico y/o técnico.

PaSIGfico es una herramienta diseñada precisamente para esto. No solo se busca crear una forma de divulgación científica basada en tecnología geomática, sino también acercar el conocimiento en doble vía con la comunidad mediante su difusión a través de mapas y aplicaciones que permiten generar análisis propios y tomar decisiones de forma autónoma.



Uramba limpia y sostenible

Robert Vivas Londoño, Sergio Pardo, Laura Fúquene Giraldo, Daniela Ortiz Campo, Jose Alejandro Rojas Venegas, Tatiana Peralta
Plástico Precioso Uramba y Plástico Infinito

El desafío de la contaminación plástica en la costa pacífica de Colombia

La creciente contaminación plástica a nivel mundial, con sus graves repercusiones en los océanos, la vida marina, los ecosistemas costeros y la salud humana, es una problemática de gran importancia que se observa de manera crítica en el área protegida del Parque Nacional Natural (PNN) Uramba Bahía Málaga, ubicado dentro de la costa pacífica colombiana. Allí, la acumulación de residuos plásticos en zonas costeras y ecosistemas se agrava ya que no se implementa un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), lo que impide la prestación del servicio público de aseo. En la actualidad, no ha habido un modelo viable para su implementación por las

condiciones geográficas y los bajos precios de mercado para el plástico desechado, que es el material más predominante. Esto obliga a los residentes a recurrir a prácticas inadecuadas, como la quema o el entierro de residuos cerca de sus hogares y playas. Esta problemática está poniendo en peligro la integridad de este valioso territorio.

La falta de vías terrestres para acceder al área protegida dificulta la gestión de residuos y el reciclaje. Los plásticos son ampliamente utilizados en los mercados locales debido a su resistencia y bajo costo, pero la falta de manejos y tratamientos para mitigar los residuos sólidos generados contribuye a que

haya una acumulación exagerada de contaminación en la comunidad, que está presente en estructuras de viviendas típicas de palafitos, áreas turísticas y áreas comerciales. Esta situación afecta la conservación de fauna y flora de esta importante zona protegida y, más aún, del litoral pacífico colombiano.

En la actualidad se sigue presentando un panorama desértico en el que no existen dolientes ni responsables, mientras los niveles de contaminación son día a día más elevados y evidentes para los residentes de las zonas costeras. La incineración de plásticos, como única alternativa de mitigación y manejo interno, tiene impactos negativos en el ambiente y, principal-

mente, en la salud pública de sus habitantes, debido a la inhalación de gases. Existen también acciones diferentes a la incineración: las concentraciones comunitarias voluntarias que trabajan para limpiar las playas. Estos residuos luego son llevados a puntos de acopio en donde se almacenan para ser evacuados una o dos veces al año por vía marítima en barcos de la Armada Nacional de Colombia (ARC). No obstante, aunque esta gestión es de gran importancia para reducir el volumen de residuos, los porcentajes para su aprovechamiento en zonas urbanas son muy limitados por la ausencia de clasificación, limpieza y reducción del material.

Otro manejo observado en playas se hace antes de las temporadas turísticas, cuando los habitantes de las comunidades excavan hoyos de aproximadamente 1 metro de profundidad y 2 metros de ancho en la playa para acopiar plásticos y todo tipos de residuos sólidos, que se mezclan con material orgánico del mar para luego ser incinerados. A veces se crean hasta 3 puntos de quema en la misma playa o área. Así las cosas, el desafío principal es encontrar la manera de formalizar a los recicladores y mejorar el servicio público de limpieza de residuos desde la lógica costera de Bahía Málaga.

Entre la acumulación de plásticos y la búsqueda de soluciones sostenibles

En Colombia se propuso la implementación de estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA) en los municipios como parte de la formalización de recicladores de oficio, según el Decreto 596 de 2016. Estas estaciones están diseñadas técnicamente y operadas de manera eficiente para procesar residuos sólidos reciclables. Su objetivo es reducir el volumen de los materiales recolectados por compactación y triturado, respondiendo a la correcta clasificación termoplástica y transformando los materiales aprovechables en nuevas materias primas para su reciclaje. Las ECA representan una inversión económica menor en comparación con otros procesos de reciclaje, ya que no realizan transformación termomecánica y, por ende, no generan gases en zonas protegidas. Más aún, este modelo busca ser una oportunidad para incentivar la económica local y generar beneficios ambientales en áreas rurales. De hecho, como dato curioso, esta modalidad existe en el Consejo Comunitario de Comunidades Negras (CCCN) de Juanchaco, pero lamentablemente en la actualidad no es funcional ni representa incentivos económicos para el modelo del reciclaje ni para los recicladores de oficio.



Esto se debe a que los componentes básicos en economías circulares no están alineados entre los comunitarios, el sector privado de la industria del reciclaje y la participación estatal en la prestación del servicio público de aseo.

El proyecto Uramba Limpia y Sostenible surgió en el marco de la ECP 2021-II con el objetivo de estudiar y abordar la contaminación plástica en el PNN Uramba Bahía Málaga por medio de la caracterización de la contaminación marina en playas y zonas de manglar. Implementando metodologías científicas para medir los macroresiduos en la zona costera del océano Pacífico central y suramericano, este modelo busca hacer un primer diagnóstico y generar una base sólida de conocimiento para direccionar el aprovechamiento de residuos sólidos en

áreas rurales sin acceso adecuado a servicios de aseo, al igual que tomar medidas efectivas para reducir y prevenir la contaminación plástica en Bahía Málaga. El objetivo de este trabajo de investigación es crear herramientas para formular e implementar un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para esta zona costera que fomente el desarrollo de economías locales, mejorando la calidad de vida de los habitantes y la conservación de fauna y flora.

Metodología circular y colaborativa: un enfoque para abordar la contaminación plástica en comunidades costeras

Basados en la metodología de diseño centrado en las personas (*human-centered design*) de la IDEO y la Guía de Diseño Circular (The Cir-

cular Design Guide), se planteó una estrategia de trabajo con la comunidad basada en la creación colaborativa, reconociendo a los usuarios como expertos y principales actores para el favorecimiento de la sostenibilidad. Este es un proceso de trabajo circular distribuido en 3 fases de intervención: escuchar, crear y entregar. Igualmente, se aplicó una metodología efectiva de muestreo adaptada para macroresiduos (Figura 7.1); microplásticos; recolección y clasificación de macroresiduos, mesoplásticos y microplásticos (Figura 7.2); y caracterización química y espectrómetro Raman para la identificación termoplástica de microplásticos. También, se utilizó una metodología aplicada de cartografía social con sesiones de cocreación con la comunidad para distinguir (1) puntos de afectación, (2) espacios de aprovechamiento, y (3) personas y comunidad.

Figura 7.1. Esquema para muestreo de macrobasura en playas de arena, con la ubicación de cada estación en cada transecto (Leyton y Thiel, 2018)

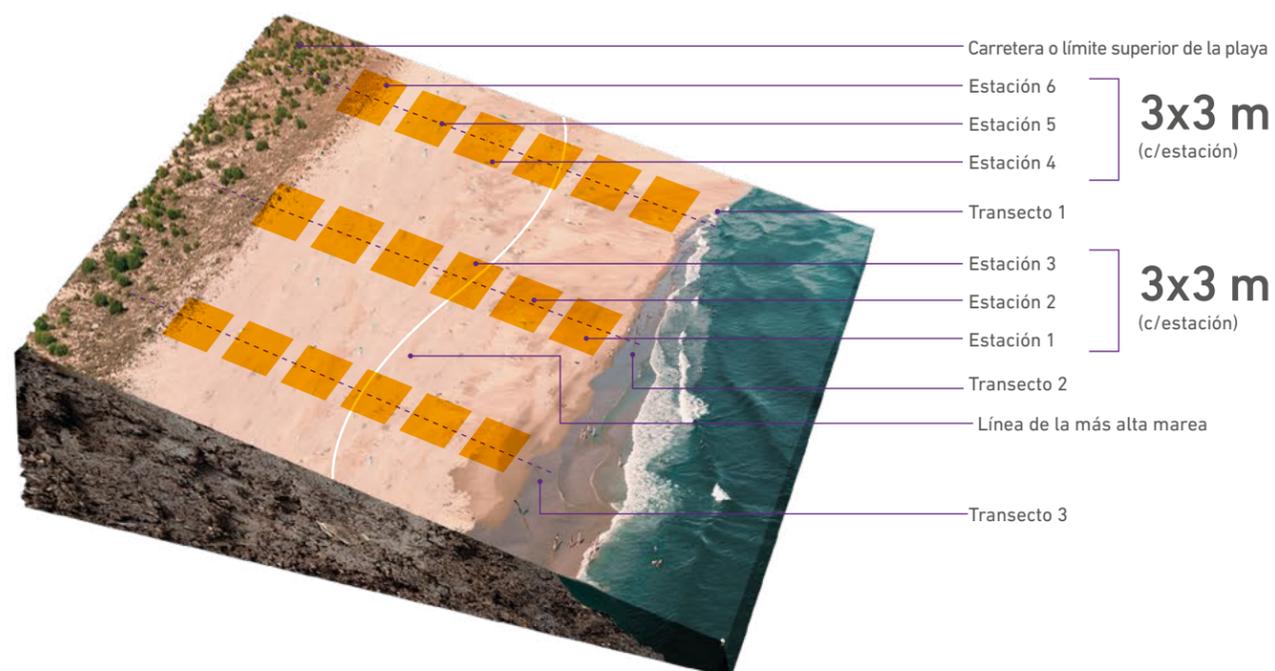


Figura 7.2. Estaciones de muestreo de macroresiduos, estaciones de muestreo de mesoplásticos y microplásticos, y esquema de disposición de transectos y estaciones



El plástico abunda en las playas de Bahía Málaga (macroresiduos)

Los resultados de la expedición en Bahía Málaga muestran que los residuos sólidos plásticos (Figura 7.3) son los materiales más

prevalentes entre los macroresiduos estudiados, representando el 90 % en todas las comunidades estudiadas (Figura 7.4). Les siguen la madera y el vidrio en menor cantidad, mientras que otros materiales tienen una pre-

sencia aún más reducida. El CCCN de Juanchaco es el corregimiento más afectado por esta acumulación de macroresiduos, seguido de cerca por el CCCN Ladrilleros y el CCCN La Barra.

Figura 7.3. Total de macrorresiduos en Bahía Málaga

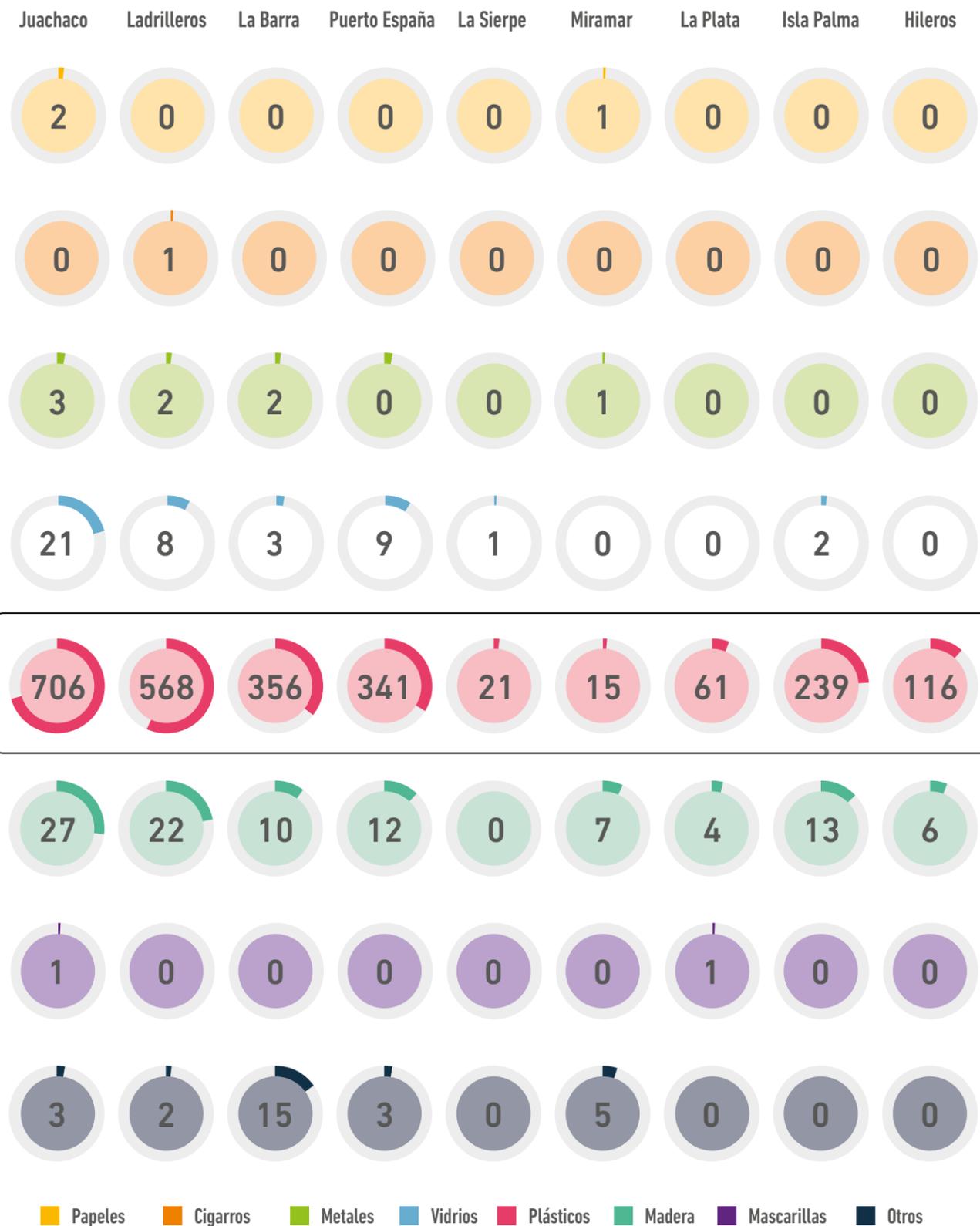
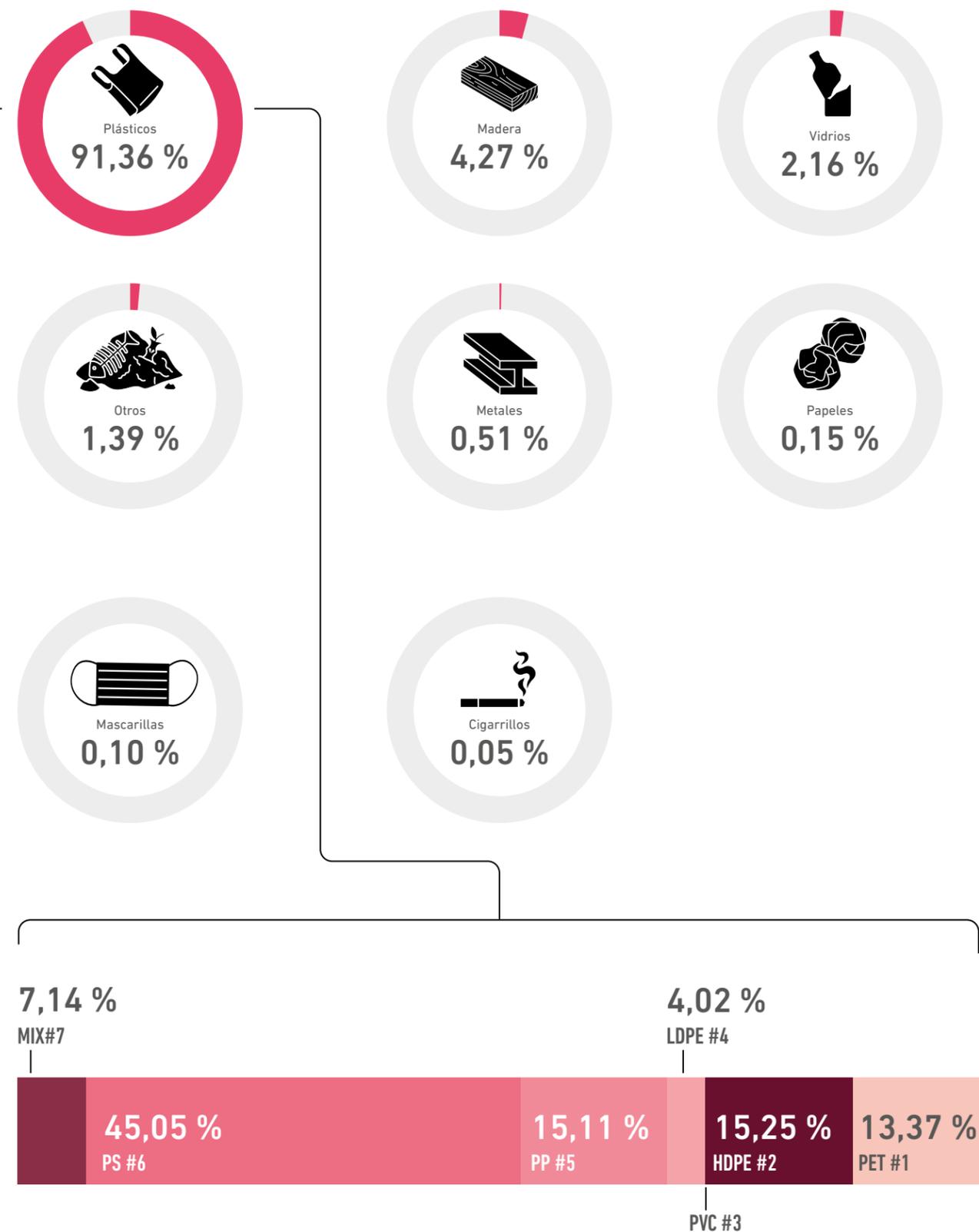


Figura 7.4. Tipos de residuos según la clasificación general y el tipo de plástico en Bahía Málaga



Variedad de plásticos en las costas de Bahía Málaga

Un análisis detallado de la variedad de plásticos de acuerdo con su clasificación termoplástica (Figura 7.5) revela que se encuentran 3 tipos principales: n.º 1 polietileno de tereftalato (PET), n.º 6 poliestireno (PS) y n.º 7 otros, todos con una presencia significativa de 100-200 ítems. Sin embargo, los resultados de la característica en playas de arena corresponde a los materiales plásticos que por su tipo de material o diseño, representa su capacidad de flotación.

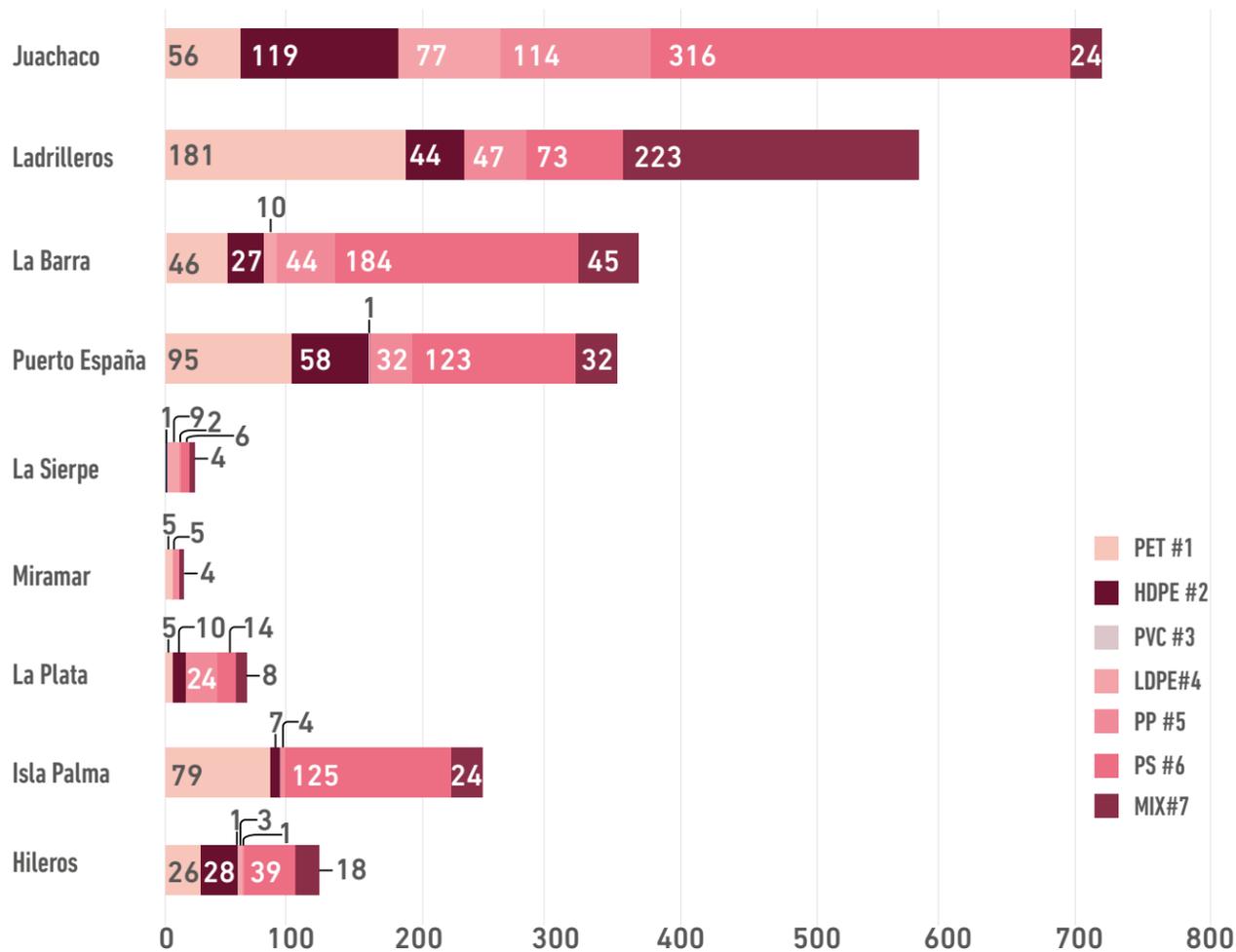
Los corregimientos de Juanchaco, La Barra, Puerto España e Isla Palma tienen una mayor presencia de PS, mientras que en Ladrilleros se encuentran más plásticos de PET y otros, especialmente en forma de sandalias.

Predominancia de micro y mesoplásticos en Bahía Málaga

Los resultados de la caracterización física de microplásticos y mesoplásticos indican que la mayoría son secundarios, con el 96 % y el

98 %, respectivamente. Esto significa que provienen de la fragmentación de plásticos más grandes debido a la exposición ambiental. La gestión temprana de macrorresiduos, en especial de macroplásticos, podría reducir la presencia de micro y mesoplásticos en más del 90 %. De todas formas, el 4 % de microplásticos primarios es relevante y puede tener origen en zonas portuarias e industriales cercanas. El poliestireno (PS) es el microplástico predominante (Figura 7.6), superando significativamente a otras categorías tanto

Figura 7.5. Cantidad total y tipos de plásticos de Bahía Málaga en fase de campo (unidades)



en microplásticos como en mesoplásticos. Esto se debe a su baja resistencia y su composición, específicamente del poliestireno (PS) expandido, reconocido en Colombia como Icopor (Figura 7.7). Entre

Figura 7.6. Caracterización física de la totalidad de microplásticos recolectados en Bahía Málaga en la fase de campo

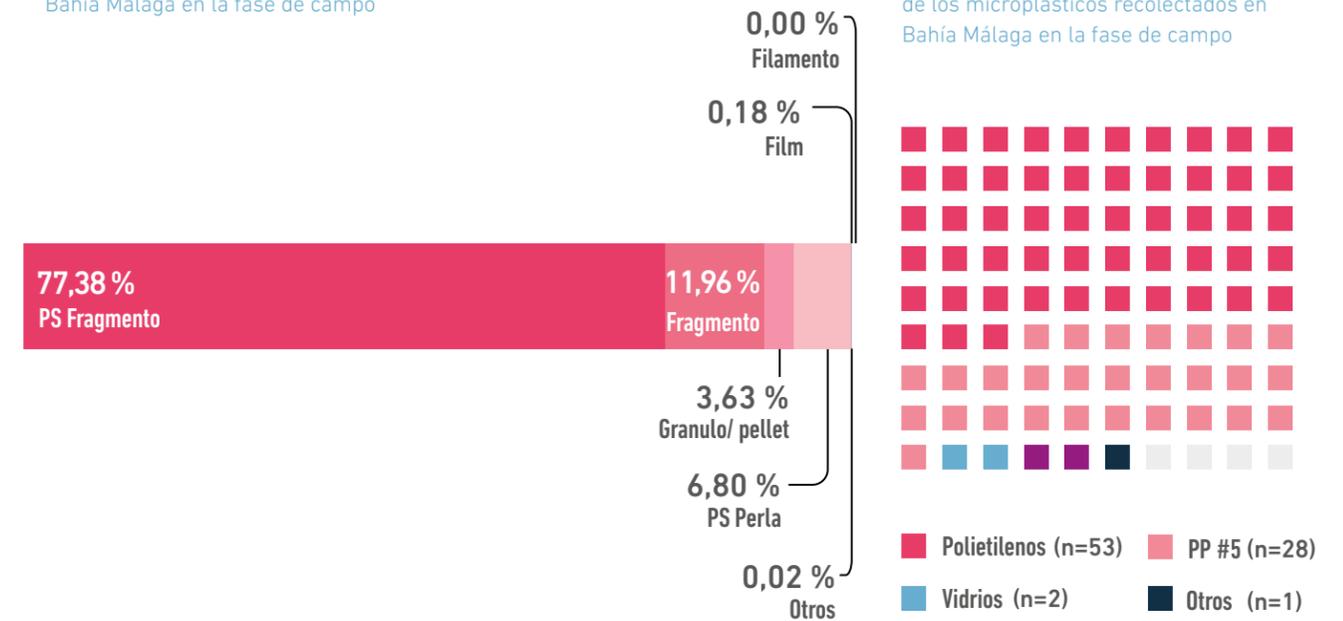
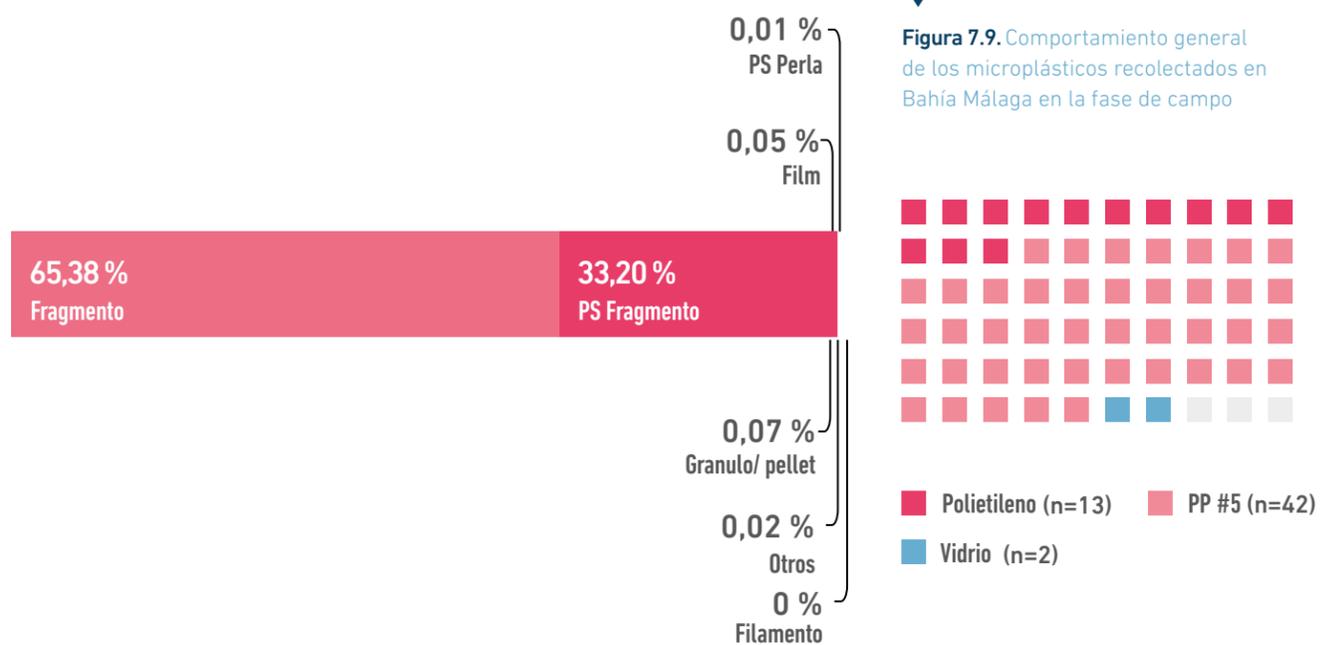


Figura 7.7. Caracterización física de la totalidad de mesoplásticos recolectados en Bahía Málaga en la fase de campo



los microplásticos sometidos a espectroscopía, los materiales más reconocidos fueron los plásticos n.º 2 y n.º 4 polietileno de baja (LDPE) y alta densidad (HDPE), seguidos del plástico n.º 5 polipropileno (PP)

(Figura 7.8). Por su parte, entre los mesoplásticos, el material más reconocido fue el PP, seguido del polietileno de baja y alta densidad (Figura 7.9).

Figura 7.8. Comportamiento general de los microplásticos recolectados en Bahía Málaga en la fase de campo

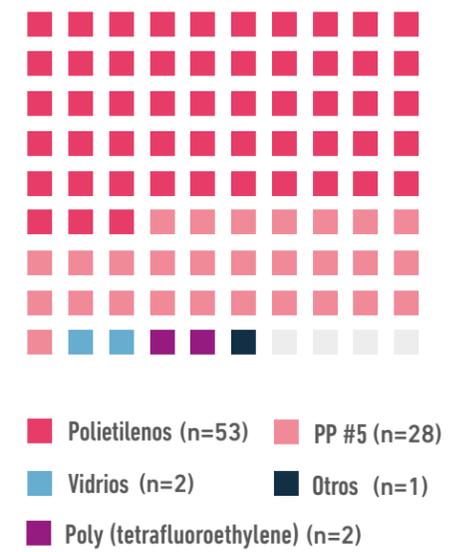
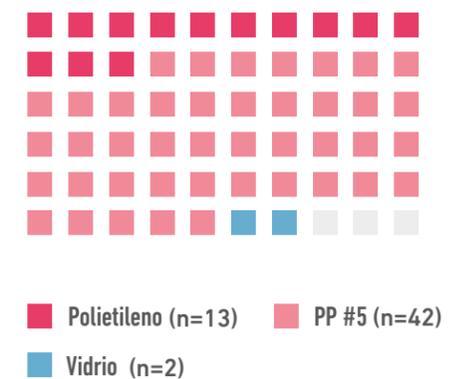


Figura 7.9. Comportamiento general de los mesoplásticos recolectados en Bahía Málaga en la fase de campo



Descubriendo las claves de la contaminación plástica en Bahía Málaga

En el estudio se encontró que la acumulación de residuos plásticos está fuertemente influenciada por la geografía local, la variación de las mareas por fases lunares y las corrientes marinas. Las playas, que son el escenario de actividades cercanas como el turismo y la vida cotidiana, albergan principalmente residuos relacionados con estas actividades. Por su parte, los manglares están afectados por residuos que llegan a la deriva o que no poseen propiedades de flotación, por lo que quedan atrapados por las raíces del ecosistema.

El estudio reveló que entre las playas analizadas, el CCCN de Juan-chaco presenta la mayor cantidad de residuos, seguido de cerca por el CCCN Ladrilleros, cuyas cuevas naturales atrapan una parte signifi-

cativa de los residuos. Sin embargo, al considerar la longitud de los corregimientos de La Barra y Puerto España, se observan mayores volúmenes acumulados, sin representar necesariamente una mayor contaminación por metro cuadrado.

A pesar de que el PET es común en los residuos más grandes, su presencia en los microplásticos es limitada, lo que concuerda con investigaciones anteriores. Cabe señalar que los textiles también podrían ser una fuente potencial de PET, aunque no se evaluaron debido a restricciones técnicas. El estudio también se enfrentó con desafíos logísticos en la cantidad de áreas evaluadas debido a las mareas y la magnitud del problema. De todas formas, este estudio proporciona el primer registro de la contaminación plástica en Bahía Málaga, estableciendo una línea de base crucial para futuras investigaciones. Este conocimiento permitirá comprender mejor cómo evoluciona la contaminación plástica con el tiempo y cómo los factores meteorológicos influyen en las tendencias de contaminación en esta área.

Trazando un camino hacia la sostenibilidad: conclusiones para abordar la contaminación plástica en Bahía Málaga

Las conclusiones de este estudio demuestran la grave amenaza que representa la acumulación de residuos plásticos en las playas para la salud de las comunidades y para la biodiversidad en el área de Bahía Málaga. Se identificaron zonas con mayor afectación y se reconoció la falta de iniciativas efectivas de gestión de residuos en la zona. Más aún, la presencia de diversos polímeros plásticos en macrorresiduos, microplásticos y mesoplásticos sugiere un alto potencial de fragmentación de estos en el entorno marino.

La implementación de un PGIRS se considera esencial para abordar este problema, ya que ayuda a reducir la generación de residuos plásticos, crear oportunidades económicas a través del reciclaje, y superar barreras geográficas y logísticas para acceder al servicio público de aseo. Dentro de ello, es importante que la educación ambiental sea una parte integral del PGIRS (Figura 7.10).



Figura 7.10. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en las zonas costeras

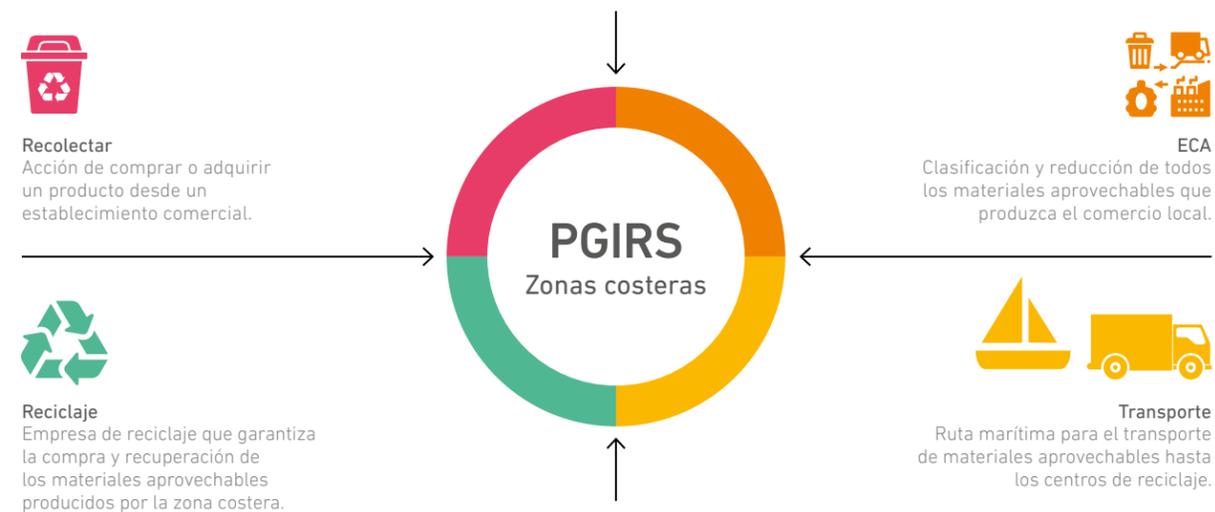
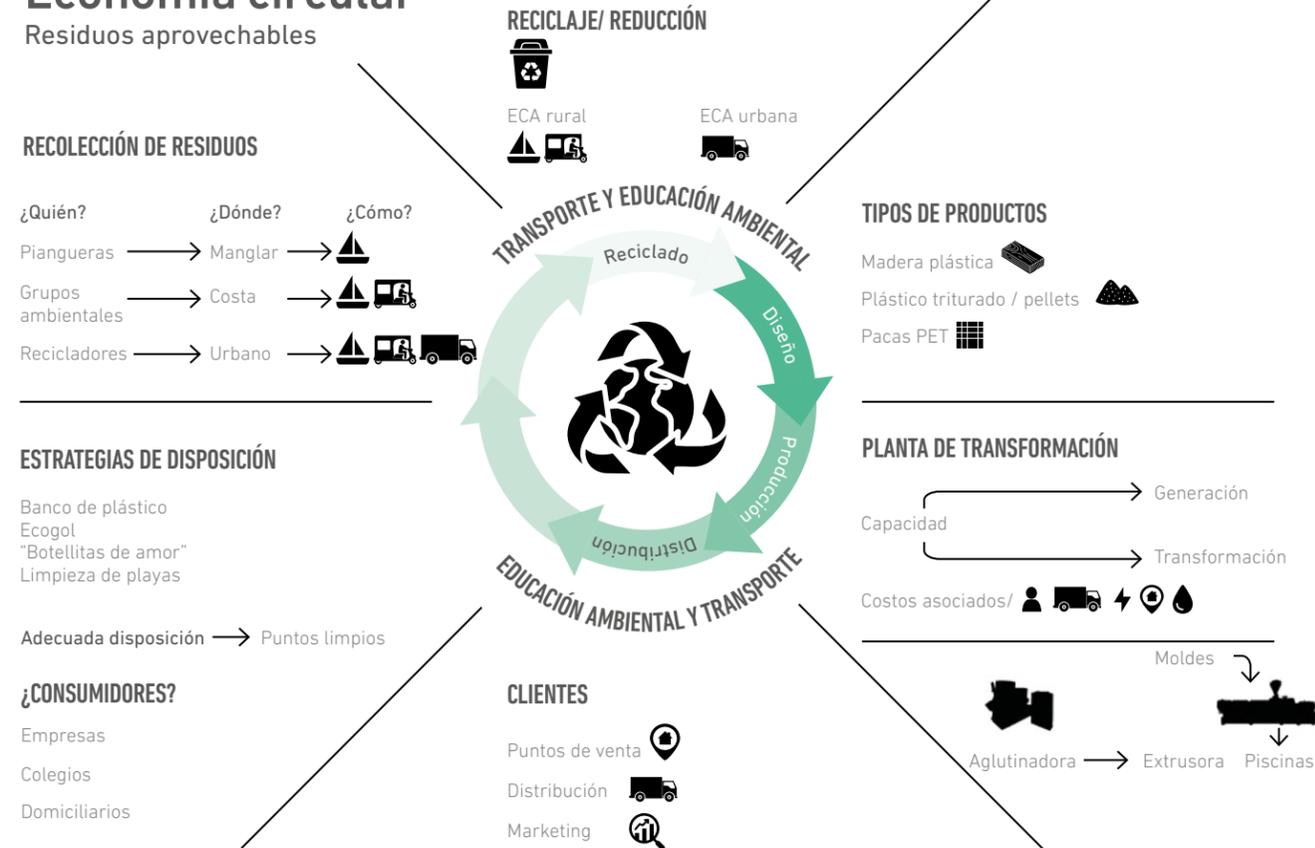


Figura 7.11. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos y economía circular

Economía circular Residuos aprovechables



Además, se propone un modelo de economía circular (**Figura 7.11**) adaptado a las condiciones costeras, el cual involucra a los Consejos Comunitarios de Comunidades Negras, al Gobierno nacional y al sector del reciclaje en Colombia. Este enfoque busca mantener precios de mercado competitivos para el reciclaje en zonas costeras y formalizar a los recicladores de oficio, convirtiendo así un proble-

ma ambiental en una oportunidad de desarrollo sostenible para las comunidades de esta importante área de biodiversidad.

Teniendo en cuenta que dentro del área de investigación los mercados locales y el comercio se producen por vía marítima en barcos típicos de la región, es necesario realizar labores de logística inversa para buscar la circularidad de los enva-

ses y materiales contaminantes. Con ello también se pueden obtener beneficios para el aprovechamiento de los residuos sólidos por medio del reciclaje. De esta forma, las capacidades instaladas para la reducción de los materiales (las ECA) y la nueva formación de materias primas pueden crear una ventana y una oferta de incentivos para lograr mitigar la problemática planteada en la presente investigación.

Tabla 7.1. Clasificación de plásticos.

Nombre	Código	Significado	Aspecto	Aplicaciones	Usos después del reciclaje
PET	1	Polietileno tereftalato	Plástico completamente transparente, sin color o verde.	Botellas de agua mineral y en general envases de bebidas (gaseosas.), pues conservan gas en el interior.	Textiles para bolsas, lonas y velas náuticas, cuerdas, hilos.
HDPE/PEAD	2	Polietileno de alta densidad	Las bolsas son de color lechoso, opacas, delgadas y suenan al manipularlas. Los envases son generalmente de color lechoso.	Botellas, baldes, tinas, bolsas de suero, recipientes de alimentos.	Bolsas industriales, botellas, detergentes, contenedores, tubos.
PVC	3	Policloruro de vinilo	Las botellas tienen en la base una costura en forma de sonrisa (inyección).	Envases para agua mineral, aceites, jugos y mayonesa. Perfiles para marcos de ventanas, puertas, tuberías, mangueras, etc.	Muebles de jardín, tuberías, vallas, contenedores.

Nombre	Código	Significado	Aspecto	Aplicaciones	Usos después del reciclaje
LDPE/PEBD	4	Polietileno de baja densidad	Las bolsas son elásticas y resistentes. Los envases y empaques son blancos y medianamente transparentes.	Bolsas de todo tipo: supermercados, tiendas, panificación, congelados, industriales, etc. Películas para agro (recubrimiento de acequias).	Bolsas para residuos e industriales, tubos, contenedores, películas de uso agrícola.
PP	5	Polipropileno	Las películas son transparentes y brillantes. Los envases pueden ser ligeramente transparentes u opacos.	Película para alimentos, cigarrillos, chicles, golosinas e indumentaria. Bolsas tejidas para papas, cereales, etc. Envases industriales (hilos, cabos, cordelería). Tubería para agua caliente.	Cajas múltiples para transporte de envases, sillas, textiles.
PS	6	Poliestireno	Es quebradizo por su alta rigidez.	Tarros para lácteos (yogurt, postres, etc.), helados, dulces, vasos, bandejas de supermercados etc.	Aislamiento térmico, cubos de basura, accesorios de oficina.
Otros/mix	7	Otros	Poseen diferentes características físicas.	Elastómeros (cauchos), acrílicos, nylon.	No aplica.

Referencias

- Arbeláez-Cortés, E. (2013). Knowledge of Colombian biodiversity: published and indexed. *Biodiversity and Conservation*, 22(12), 2875-2906. 10.1007/s10531-013-0560-y
- Arias, V. y May, L. (1995). Ecología de tres especies de murciélagos frugívoros comparando la Isla Bajocuma y un sector de tierra firme cerca de la Quebrada Cañaza. En *Curso Biología de Campo* (pp. 91-98). Universidad de Costa Rica, Escuela de Biología.
- BirdLife. (2022). *Estado de conservación de las aves del mundo 2022. Enfoques y soluciones para la crisis de la biodiversidad*. Bolaños, N. (2013). *Diversidad, riqueza y abundancia de especies de murciélagos en el Corredor Biológico Regional Nogal – La Selva* [Tesis de Licenciatura]. Ciudad Universitaria Rodrigo Facio.
- Cadena, G. y Naranjo, L. G. (2014). Distribución, abundancia y reproducción de las aves marinas residentes en el Parque Nacional Natural Gorgona, Colombia. *Boletín SAO*, 20, 22-32.
- Caldas, J. P., Castro-González, E., Puentes, V., Rueda, M., Lasso, C., Duarte, L. O., Grijalba-Bendeck, M., Gómez, F., Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A., Bessudo, S., Díaz-Granados, M. C. y Zapata, L. A. (2010). *Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de Tiburones, Rayas y Quimeras de Colombia (PAN -Tiburones Colombia)*. Editorial Produmédicos.
- Castellanos-Galindo, G. A., Caicedo-Pantoja, J. A., Mejía-Ladino, L. M. y Rubio Rincón, E. A. (2006). Peces marinos y estuarinos de Bahía Málaga, Valle del Cauca, Pacífico colombiano. *Biota Colombiana*, 7(2). <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/177>
- Castellanos-Galindo, G. A., Medina-Contreras, D., Lazarus, J. F. y Cantera-Kintz, J. R. (2020). Peces criptobentónicos en el Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga (Colombia), Pacífico Oriental Tropical. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 49, 119-136. 10.25268/bimc.invenmar.2020.49.SuplEsp.1090
- Chaves, M. E. y Santamaría, M. (2006). *Informe sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004* (2 tomos). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Cifuentes-Sarmiento, Y y Ruiz-Guerra, C. (2009). *Planes de acción para nueve especies de aves acuáticas (marinas y playeras) de las costas colombianas*. Asociación Calidris. Clerici, N., Armenteras, D., Kareiva, P., Botero, R., Ramírez-Delgado, J. P., Forero-Medina, G., Ochoa, J., Pedraza, C., Schneider, L., Lora, C., Gómez, C., Linares, M., Hirashiki, C. y Biggs D. (2020). Deforestation in Colombian protected areas increased during post-conflict periods. *Scientific Reports*, 10, 4971. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61861-y>
- Comisión Colombiana del Océano. (2018). *Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros*.
- Compagno, L. J. V. (1984). FAO Species Catalogue: Sharks of the world, Part 2 - Carcharhiniformes. *FAO Fisheries Synopsis*, 4(125), 251-633.
- Córdoba, D. F. y Giraldo, A. (2014). Ensamble íctico en corrientes de agua dulce de Isla Palma (Bahía Málaga, Pacífico colombiano). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 18(2), 111-124.
- Cruz-Rodríguez, C. A. (2019). *Cambios de las coberturas y usos del suelo del paisaje rural risaraldense y su efecto en el ensamblaje de murciélagos a múltiples dimensiones* [Trabajo de grado maestría]. Pontificia Universidad Javeriana.
- Delany, S. y Scott, D. (2006). *Waterbird population estimates*. Wetlands International.
- Díaz, S. M., Settele, J., Brondizio, E., Ngo, H., Gueze, M., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. y Butchart, S. (2019). *The Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services: Summary for Policy Makers*. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.
- Dulvy, N. K., Pacoureaux, N., Rigby, C. L., Pollom, R. A., Jabado, R. W., Ebert, D. A., Finucci, B., Pollock, C. M., Cheok, J., Derrick, D. H., Herman, K. B., Sherman, C. S., VanderWright, W. J., Lawson, J. M., Walls, R. H. L., Carlson, J. K., Charvet, P., Bineesh, K. K., Fernando, D., ... Simpfendorfer, C. A. (2021). Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, 31(21), 4773-4787.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.062>
- Echeverry-Galvis, M. A., Acevedo-Charry, J. E., Avendaño, C., Gómez, F. G., Stiles, F. A. y Cuervo, A. M. (2022). Lista oficial de las aves de Colombia 2022: Adiciones, cambios taxonómicos y actualizaciones de estado. *Ornitología Colombiana*, 22, 25-51.
- Espinosa, L. y Garcés, O. (2019). *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos* (informe técnico 2018. Serie de Publicaciones Periódicas N.º 4). Invenmar; Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (REDCAM); Minambiente, Coralina, Corpogujaira, Corpomag, CRA, Cardique, Carsucre, CVS, Corpourabá, Codechocó, CVC, CRC y Corponariño.
- Galindo, E., Giraldo, A. y Navia, A. (2021). Feeding habits and trophic interactions of four sympatric hammerhead shark species reveal trophic niche partitioning. *Marine Ecology Progress Series*, 665, 159-175. <https://doi.org/10.3354/meps13681>
- Gálvez, R. y Carvajal, J. P. (2006). Riqueza y abundancia relativa de murciélagos en isla San Lucas. *Revista de Ciencias Ambientales*, 32(1), 26-27.
- García, A. M. (2011). *Dinámica de uso de cuevas por murciélagos cavernícolas de zonas áridas y semiáridas del norte de Venezuela e islas vecinas* [Tesis de maestría]. Centro de Estudios Avanzados Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.
- Genoways, H. H., Pedersen, S. C., Larsen, P. A., Kwiecinski, G. G. y Huebschman, J. (2007). Bats of Saint Martin, French West Indies/Sint Marthen, Netherlands Antilles. *Mastozoología Neotropical*, 14(2), 169-188.
- Giraldo, A., Garcés-Restrepo, M. F., Quintero-Angel, A., Bolívar, W. y Velandia-Perilla, J. H. (2014). Vertebrados terrestres de Isla Palma (Bahía Málaga, Valle del Cauca, Colombia). *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 18(2), 183-202.
- Hleap, J. S., Bessudo, S., Lara, G. y Soler, G. (2011). Familia Sphyrnidae. En *Guía para la identificación de especies de tiburones rayas y quimeras de Colombia*. Minambiente; Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina; Fundación Squalus.
- Invenmar, Univalle e Inciva. (2006). *Biomálaga: Valoración de la biodiversidad marina y costera de Bahía Málaga (Valle del Cauca), como uno de los instrumentos necesarios para que sea considerada un área protegida*.
- Johnston González, R. y Eusse González, D. (2009). *Sitios importantes para la conservación de las aves playeras en Colombia*. Asociación Calidris.
- Koroleva, E., Miholova, D., Cibulka, J., Mader, P. y Slameva, A. (1999). Small Mammals as Bioindicators for Terrestrial Ecosystems in Bohemia. En D. B. Peakall, C. H. Walker y P. Migula (eds.), *Biomarkers: A Pragmatic Basis for Remediation of Severe Pollution in Eastern Europe* (NATO Science Series, vol. 54). Springer.

- Kintz, J., Londoño-Cruz, E., Mejía-Ladino, L., Herrera-Orozco, L., Satizabal, C. y UribeCastañeda, N. (2013). Environmental Issues of a Marine Protected Area in a Tectonic Estuary in the Tropical Eastern Pacific: Uramba (Malaga Bay Colombia): Context, Biodiversity, Threats and Challenges. *Journal of Water Resource and Protection*, 5(11), 1037-1047. 10.4236/jwarp.2013.511109
- Kress, W. J., García-Robledo, C., Uriarte, M. y Erickson, D. L. (2015). DNA barcodes for ecology, evolution, and conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 30(1), 25-35. 10.1016/j.tree.2014.10.008
- Lazarus-Agudelo, J. F. y Cantera-Kintz, J. R. (2007). Crustáceos (Crustacea: Sessilia, Stomatopoda, Isopoda, Amphipoda, Decapoda) de Bahía Málaga, Valle del Cauca (Pacífico colombiano). *Biota Colombiana*, 8(2). <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/192>
- Lazarus, M., Sekovanić, A., Orct, T., Reljić, S., Kusak, J., Jurasović, J. y Huber, Đ. (2017). Apex predatory mammals as bioindicator species in environmental monitoring of elements in Dinaric Alps (Croatia). *Environmental Science and Pollution Research*, 24(30), 23977-23991.
- Leyton, A. y Thiel, M. (2018). *Manual para monitoreo de desechos flotantes y basura en playas*. Científicos de la Basura; Universidad Católica del Norte.
- MacNeil, M. A., Chapman, D. D., Heupel, M., Simpfendorfer, C. A., Heithau, M., Meekan, M., Harvey, E., Goetze, J., Kiszka, J., Bond, M. E., Currey-Randall, L. M., Speed, C. W., Sherman, C. S., Rees, M. J., Udyawer, V., Flowers, K. I., Clementi, G., Valentin-Albanese, J., Gorham, T., ... Cinner, J. E. (2020). Global status and conservation potential of reef sharks. *Nature*, 583, 801-806. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2519-y>
- Mejía-Falla, P. A. y Navia, A. F. (2006). Biodiversidad y pesquerías de tiburones y rayas de Colombia. *Apéndices y Memorias*, 21.
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. B. y Worm, B. (2011). How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biology*, 9(8), e1001127. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>
- Morales-Rico, J. A. (2023). *Determinación de la frecuencia de anomalías nucleares en aves marinas de la península de Baja California* [Tesis de maestría]. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
- Muñoz, G., Castro, E. y De la Cruz, A. (2021). *Informe Inspección Costera Aves Orilladas (ICAO)*.
- Murillo-García, O. E. y Bedoya-Durán, M. J. (2014). Distribución y abundancia de murciélagos en bosques con diferente grado de intervención en el Parque Nacional Natural Gorgona (Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 62, 419. 10.15517/rbt.v62i0.16367
- Naranjo, L. G., Aparicio, A. y Falk, P. (1998). *Evaluación de áreas importantes para aves marinas y playeras en el litoral Pacífico colombiano*. Fondo FEN.
- Navarrete-Ramírez, S. M. (2014). *Protocolo Indicador Riqueza de Aves Acuáticas. Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP)*. Invemar; GEF; PNUD.
- Palacios, E., Vargas, J., Fernández, G. y Reiter, M. E. (2022). Impact of human disturbance on the abundance of non-breeding shorebirds in a subtropical wetland. *Biotropica*, 54(5), 1160-1169.
- Palacios-Torres, Y., Caballero, K. y Olivero-Verbel, J. (2017). Mercury pollution by gold mining in a global biodiversity hotspot, the Choco biogeographic region, Colombia. *Chemosphere*, 193, 421-430. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.10.160>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2019). *Informe de implementación del programa de monitoreo 2019. Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga*. Dirección Territorial Pacífico.
- Pearce, J. y Venier, L. (2005). Small mammals as bioindicators of sustainable boreal forest management. *Forest Ecology and Management*, 208(1-3), 153-175.
- Pimm, S. L., Jenkins, C. N., Abell, R., Brooks, T. M., Gittleman, J. L., Joppa, L. N., Raven, P. H., Roberts, C. M. y Sexton, J. O. (2014). The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science*, 344(6187), 1246752. <https://doi.org/10.1126/science.1246752>
- Pollom, R., Pérez Jiménez, J.C., Bizzarro, J., Burgos-Vázquez, M. I., Cevallos, A., Espinoza, M., Herman, K., Mejía-Falla, P. A., Navia, A. F., Sosa-Nishizaki, O. y Velez-Zuazo, X. (2020). *Sphyrna corona*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2020*, e.T44591A124434064. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T44591A124434064>.
- enRamírez-Chaves, H. E. y Noguera-Urbano, E. A. (2010). Mamíferos (Mammalia: Theria) del departamento del Nariño-Colombia. *Biota Colombiana*, 11, 117-140.
- Rangel, J. O. (2004). *Diversidad Biótica IV. El Chocó biogeográfico/costa Pacífica*. Universidad Nacional de Colombia; Instituto de Ciencias Naturales; Conservación Internacional.
- Ríos-Franco, D. (2022). *Evaluación de la distribución y diversidad de aves como indicadores de calidad de hábitat del manglar Jama Zapotillo, Posoroja 2019-2022* [Tesis de pregrado en Ingeniería Ambiental]. Universidad Agraria de Ecuador.
- Rocha, R., López-Baucells, A., Farneda, F. Z., Groenenberg, M., Bobrowiec, P. E. D., Cabeza, M., Palmeirim, J. M. y Meyer, C. F. J. (2016). Consequences of a large-scale fragmentation experiment for Neotropical bats: disentangling the relative importance of local and landscape-scale effects. *Landscape Ecology*, 32(1), 31-45. 10.1007/s10980-016-0425-3
- Rodríguez-Posada, M. E. y Sánchez-Palomino, P. (2009). Taxonomía del género *Phyllostomus* (Chiroptera: Phyllostomidae) en Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 16, 153-168.
- Ruiz-Guerra, C., Castillo, F., Cifuentes-Sarmiento, Y., Johnston González, R. y Zamudio, Y. (2015). *Manual para censos de aves acuáticas en hábitats costeros. Experiencia basada en el Complejo Marino-Costero Iscuandé-Sanquianga-Gorgona*. Asociación Calidris.
- Rumiz, D. I. (2010). Roles ecológicos de los mamíferos medianos y grandes. En R. B. Wallace, G. Gómez, Z. Porcel y D. Rumiz (eds.), *Distribución, ecología y conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia* (pp. 53-73). Centro de Ecología Difusión; Fundación Simón I. Patiño.
- Santos, C., Catry, T., Días, M. y Ganadeiro, J. (2023). Global changes in coastal wetlands of importance for non-breeding shorebirds. *Science of The Total Environment*, 858, 1.
- Senner, S. E., Andres, B. A. y Gates, H. R. (2016). *Pacific Americas shorebird conservation strategy*. National Audubon Society.
- Simpfendorfer, C. A. y Dulvy, N. K. (2017). Bright spots of sustainable shark fishing. *Current Biology*, 27(3), R97-R98. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2016.12.017>
- State of the Birds Report. United States of America*. (2022).
- Studwell, A., Hines, E., Nur, N. y Jahncke, J. (2021). Using habitat risk assessment to assess disturbance from maritime activities to inform seabird conservation in a coastal marine ecosystem. *Ocean & Coastal Management*, 99.
- Teodor Alvarado, M. (2022). *Identificación de la biodiversidad de aves como indicador de la calidad ambiental del humedal de Conocochoa, Recuay - 2019* [Tesis de grado para optar al título de Ingeniería ambiental]. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo; Facultad de Ciencias del Ambiente.
- Unesco. (2018). *Cultura oceánica para todos. Kit pedagógico*. Unesco.

Vargas, A., Aguirre, L. F., Galarza, I. y Gareca, E. (2008). Ensamblaje de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque montano del Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 15(2), 297-308.

Vásquez-Molano, D., Molina, A. y Duque, G. (2021). Distribución espacial y aumento a través del tiempo de microplásticos en sedimentos de la Bahía de Buenaventura, Pacífico colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(1), 27-42. <https://doi.org/10.25268/bimc.inve-mar.2021.50.1.1021>

Vaughan, T., Ryan, J. y Czaplewski, N. (2000). *Mammalogy* (4.a ed.). Brooks Cole.

Velandia-Perilla, J. H., Garcés-Restrepo, M. F., Moscoso, M. C. y Giraldo, A. (2012). Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos de sotobosque en Isla Palma, Bahía Málaga, Valle del Cauca. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(1), 215-225.

Villalba-Álvarez, L. M., García-Muñoz, J., Martínez-Morcillo, S., López-Beceiro, A., Fidalgo, L. E., Soler, F., Míguez-Santiyán, M. P. y Pérez-López, M. (2023). Influencia de factores endógenos (edad y sexo) en los niveles de biomarcadores de estrés oxidativo en alcatraz (*Morus bassanus*). *Rev. Toxicol.*, 39, 40-44.

Worm, B., Davis, B., Ketteimer, L., Ward-Paige, C. A., Chapman, D., Heithaus, M. R., Kessel, S. y Gruber, S. H. (2013). Global catches, exploitation rates, and rebuilding options for sharks. *Marine Policy*, 40, 194-204.

Yockteng, R. y Cavelier, J. (1998). Diversidad y mecanismos de dispersión de árboles de la Isla Gorgona y de los bosques húmedos tropicales del Pacífico colombo-ecuatoriano. *Revista de Biología Tropical*, 46(1).

Zea Bermúdez, J. (2022). *Diversidad, distribución y comportamiento de las aves acuáticas presentes en el estuario de la comuna Ayampe, provincia de Manabí entre mayo y julio del 2022*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.



◀ Para más información escanee el QR



▲ Perro de monte
Cerdocyon thous

Cofinanciadores:



