

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ESCUELA DE QUÍMICA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería
Ambiental

**“Propuesta de Mejoras para la Implementación del Monitoreo de
Residuos Sólidos mediante el PRONAMEC en las Áreas Marinas
Protegidas de Costa Rica”**

Sofía Fallas Flores

Cartago, mayo, 2022

TEC | Tecnológico
de Costa Rica



Este obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

“Propuesta de Mejoras para la Implementación del Monitoreo de Residuos sólidos mediante el PRONAMEC en las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica”

Informe presentado a la Escuela de Química del Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera Ambiental con el grado de licenciatura

Miembros del tribunal

Ph.D. Lilliana Abarca Guerrero

Directora

Ph.D. Karol Ulate Naranjo

Codirectora

Lcda. Andrea Acuña Piedra

Lectora

Dra.ir Mary Luz Barrios Hernández

Coordinadora COTRAFIG

MGA. Ricardo Coy Herrera

Director Escuela de Química

M.Sc. Diana Zambrano Piamba

Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

A mis papás Elías y Vicky, y a mis hermanas Mari, Cata, Beatriz y Valen, quienes con amor, paciencia y esfuerzo me han acompañado a cumplir un sueño más.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme estar donde estoy, por la fuerza que me ha regalado y por esta etapa que me ha permitido vivir.

A mis papás, gracias por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía, y a mis hermanas por su apoyo constante. Por ser los motores que me impulsan.

A Julio por la escucha incondicional, por la paciencia en medio de la incertidumbre y por ayudarme a creer en mí. Por ser luz en medio de la preocupación y angustia.

A mis amigos y amigas de la universidad, Sofi, Fabri, Mariam, Christie, Maryann y Luis por su incondicionalidad y sinceridad durante estos años.

A Lilliana por llevarme a conocer rincones increíbles del país. Por su paciencia, escucha, arduo trabajo, pasión y entusiasmo. Por creer en mis capacidades.

A Karol por la paciencia y escucha ante las dudas, por su pasión por el mar y su admirable trabajo, y a Andrea Acuña por ser lectora de esta tesis, por su tiempo y dedicación.

A los chicos del Parque Nacional Cahuita, y a los chicos y chicas de la Reserva Absoluta Cabo Blanco, por su alegría y locuras, su hospitalidad y calidez. Por ayudarme a realizar los muestreos y permitirme aprender de ustedes.

Al profesor Ricardo Ulate del Tecnológico de Costa Rica en la sede de Limón y a Henry Mora Delgado, por la ayuda en los muestreos de residuos.

Finalmente, al Sistema Nacional de Áreas de Conservación en el Parque Nacional Cahuita, en el Refugio de Vida Gandoca-Manzanillo y en la Reserva Absoluta Cabo Blanco, por el recibimiento y estadía en las Áreas Marinas Protegidas y por el apoyo en esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3 REVISIÓN DE LITERATURA	2
3.1 VISIÓN GLOBAL DE LOS RESIDUOS MARINOS	2
3.1.1 Producción de residuos marinos	2
3.1.2 Transporte y llegada al medio marino	4
3.1.3 Acciones globales ante la problemática de residuos marinos	6
3.1.4 Impacto de los residuos marinos	7
3.2 SITUACIÓN EN ZONAS COSTERAS DE COSTA RICA	9
3.2.1 Residuos marinos en Costa Rica	9
3.2.2 Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica	12
3.2.3 Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica	14
3.3 MONITOREO AMBIENTAL DE RESIDUOS MARINOS	17
3.4 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PLAYAS ARENOSAS	18
3.4.1 Metodologías en Costa Rica	18
3.4.2 Esfuerzos nacionales de monitoreo de residuos marinos en Costa Rica	24
3.4.3 Recomendaciones a nivel mundial para monitorear residuos sólidos en playas	25
3.5 PLAN NACIONAL DE RESIDUOS MARINOS	28
4 MATERIALES Y MÉTODOS	29
4.1 SITIO.....	29
4.2 ENTREVISTAS	31
4.3 MUESTREO	31
4.4 REGISTROS	40
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
5.1. ENCUESTAS APLICADAS	40
5.2. VISITAS Y MUESTREO	45
5.3. APLICACIÓN DEL INDICADOR RESIDUOS SÓLIDOS EN PLAYAS ARENOSAS	55
5.4 PROPUESTA DE MEJORAS PARA MONITOREO AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PLAYAS ARENOSAS DE AMP	58
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	62

6.1 CONCLUSIONES	62
6.2 RECOMENDACIONES	63
7 REFERENCIAS	66
8 APÉNDICES.....	81
8.1. Formatos de reporte para monitoreo de residuos sólidos.....	81
8.2. Encuesta aplicada a los representantes de las AMP	82
8.3. Resultados de muestreos de residuos sólidos	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica (SINAC, 2021c)	16
Figura 3.2. Vacíos de conservación de la biodiversidad marina en Costa Rica (Alvarado et al., 2011)	17
Figura 3.3. Indicador 5: “Basura en la playa” PRONAMEC (SINAC, 2016, basado en García <i>et al.</i> , 2006)	20
Figura 3.4. Interpretación de la variación del indicador 5: “Basura en la playa” PRONAMEC (SINAC, 2016)	21
Figura 3.5. Indicador “Basura Inorgánica” PBAE Comunidades Costeras (ICT, 2014).....	23
Figura 3.6. Esquema de ordenamiento de una playa turística (ICONTEC, 2007)	27
Figura 3.7. Selección aleatoria de secciones para muestreo de residuos (Vásquez et al., 2019)	28
Figura 4.1. Balanza manual utilizada para pesar los residuos recolectados	32
Figura 4.2. Materiales utilizados para delimitar la zona de muestreo	33
Figura 4.4. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo (SINAC, 2022).....	36
Figura 4.5. Ubicación de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco (SINAC, 2022).....	37
Figura 4.6. Ubicación de la Reserva Biológica Isla del Caño (SINAC, 2022)	39
Figura 5.1. Actividades permitidas en las Áreas Marinas Protegidas encuestadas	41
Figura 5.2. Residuos sólidos frecuentemente encontrados en las Áreas Marinas Protegidas encuestadas.....	42
Figura 5.3. Fuentes de contaminación de residuos marinos en las Áreas Marinas Protegidas encuestadas.....	42
Figura 5.4. Aplicación de protocolos PRONAMEC en las Áreas Protegidas Marinas encuestadas.	43
Figura 5.5. Épocas de aplicación del indicador de residuos sólidos en Playas Arenosas del PRONAMEC en las Áreas Protegidas Marinas encuestadas, entre el 2015 y el 2021.....	43
Figura 5.6. Muestra de estereofón de Puerto Vargas, Parque Nacional Cahuita.....	48
Figura 5.7. Muestreo de plástico en Playa Blanca, Parque Nacional Cahuita.....	49
Figura 5.8. Muestreo de plástico (cuerdas de pesca) en Playa Blanca, Parque Nacional Cahuita	49

Figura 5.9. Muestreo de plástico en Playa Manzanillo, Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.....	51
Figura 5.10. Muestreo de plástico en la estación San Miguel, Reserva Absoluta Cabo Blanco.	52
Figura 5.11. Muestreo de plástico en Playa Cuevas, Reserva Absoluta Cabo Blanco.	52
Figura 5.12. Muestras de residuos celulósicos madera en sector San Miguel, Reserva Absoluta Cabo Blanco	53
Figura 5.13. Accidente de embarcación en sector San Miguel, Reserva Absoluta Cabo Blanco (CRHoy, 2021b).....	53
Figura 5.14. Muestra de residuos plásticos en playa Caleras, Isla Violín	54
Figura 5.15. Ubicación del Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala (SINAC, 2022)	55
Figura 5.16. Propuesta de clasificación según categorías para residuos sólidos de origen antropogénico (Ministerio de Salud, 2021).....	59
Figura 5.12. Mensaje “¿Y si en vez de conchas recogemos basura”? ubicado en la Reserva Absoluta Cabo Blanco.	62
Figura 5.13. Mensaje “Deja sólo tus huellas” ubicado en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.....	62

LISTA DE CUADROS

Cuadro 4.1. Áreas Marinas Protegidas entrevistadas y sus principales características (SINAC, 2018)	30
Cuadro 4.2. Descripción de la utilidad o del material utilizado para el muestreo de residuos sólidos	33
Cuadro 4.3. Características de los puntos de muestreo de residuos sólidos en Áreas Marinas Protegidas en las zonas Caribe y Pacífico	38
Cuadro 4.4. Características del punto de muestreo de residuos sólidos en Isla Violín, Pacífico	39
Cuadro 5.1. Cantidad de piezas de residuos sólidos en 100 m en cada una de las AMP visitadas ...	47
Cuadro 5.3. Características de los puntos de muestreo de residuos sólidos en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, Pacífico (Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, 2022)	56
Cuadro 5.4. Cantidad de piezas de residuos sólidos en 100 m en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala (Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, 2022)	57

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AC Área de Conservación	INCOPECA Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura
ACRXS Asociación Costa Rica por Siempre	JAPDEVA Junta de Administración Portuaria y de Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica de Costa Rica
AMP Áreas Marinas Protegidas	MEP Ministerio de Educación Pública
AP Área Protegida	MIDEPLAN Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
ASP Área Silvestre Protegida	MINAE Ministerio de Ambiente y Energía
AYA Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados	MOPT Ministerio de Obras Públicas y Transportes
BMU Ministerio de Ambiente del Gobierno Federal de Alemania	MSP Ministerio de Seguridad Pública
CAR Calidad Ambiental Recreativa	NORAD Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo
CEGESTI Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial	OMI Organización Marítima Internacional
EA/NALG Environmental Agency/National Aquatic Litter Group	PBAE Programa de Bandera Azul Ecológica
FAO Organización para la Agricultura y la Alimentación	PNRM Programa Nacional de Residuos Marinos
GEF Global Environmental Facility	PNUD Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
GESAMP Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution	PNUMA Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
GISISCO Grupo de Investigación Sistemas Costeros	PROMAR Prevención de los Residuos Marinos en el mar Caribe
ICAPTU Índice de Calidad de Playas Turísticas	PRONAMEC Programa Nacional de Monitoreo Ecológico
IMN Instituto Meteorológico Nacional	SINAC Sistema Nacional de Áreas de Conservación
INCOP Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico	ZEE Zona Económica Exclusiva
SINIA Sistema Nacional de Información Ambiental de Costa Rica	

RESUMEN

Los residuos marinos son uno de los mayores retos ambientales a los que se enfrenta actualmente la humanidad. Costa Rica no es la excepción al problema de contaminación marina, gran riqueza natural marino costera se está viendo afectada.

Las Áreas Marinas Protegidas (AMP) en Costa Rica resguardan una gran variedad de ecosistemas. Desde su creación, se han hecho esfuerzos para la protección de estas Áreas y se ha encontrado la necesidad de implementar un plan de monitoreo para evaluar los cambios que se producen en cuanto a su biodiversidad.

El Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) tiene como fin generar y difundir información científica confiable sobre la conservación de la biodiversidad del país para la toma de decisiones locales y nacionales, en ámbitos terrestres, aguas continentales y marinas. PRONAMEC en el Protocolo para Playas Arenosas tiene un indicador de residuos sólidos, no obstante, la información recopilada mediante la aplicación de este aún no se ha reportado de manera oficial, desconociéndose cuántas AMP lo han aplicado y por cuánto tiempo.

El propósito del presente estudio es identificar las acciones necesarias para la implementación del monitoreo de residuos sólidos, mediante el PRONAMEC, en las AMP del país, de la mano con lo establecido en el Plan Nacional de Residuos Marinos de Costa Rica (PNRM) 2021-2030, así como proponer mejoras para la aplicación de este, tomando en cuenta las barreras que existen. Se aplicó una encuesta a 15 encargados de AMP para conocer la situación del monitoreo de residuos. Se tomaron muestras de residuos en algunas AMP para mostrar la facilidad del protocolo y obtener los primeros datos, y se solicitaron registros de residuos marinos de algunas AMP que lo han aplicado, para analizarlos y reportarlos junto a los obtenidos en la presente investigación robusteciendo el sistema para la toma de decisiones nacionales.

Palabras clave: residuos sólidos, monitoreo, PRONAMEC, Áreas Marinas Protegidas

ABSTRACT

Marine debris is one of the greatest environmental challenges humanities is currently facing. Costa Rica is not the exception to the problem of marine pollution; great coastal marine natural wealth is being affected.

The Marine Protected Areas (MPAs) in Costa Rica protect a great variety of ecosystems. Since their creation, efforts have been made to protect these Areas and the need has been found to implement a monitoring plan to evaluate the changes that occur in terms of their biodiversity.

The National Ecological Monitoring Program (PRONAMEC) aims to generate and disseminate reliable scientific information on the conservation of the country's biodiversity for local and national decision-making, in terrestrial, continental and marine waters. PRONAMEC in the Protocol for Sandy Beaches has a solid waste indicator, however, the information collected through its application has not yet been officially reported, and it is unknown how many MPAs have applied it and for how long.

The purpose of this study is to identify the necessary actions for the implementation of solid waste monitoring, through PRONAMEC, in the country's MPAs, hand in hand with the provisions of the National Marine Waste Plan of Costa Rica (PNRM) 2021- 2030, as well as proposed improvements for its application, considering the barriers that exist. A survey was applied to 15 AMP managers to find out the status of waste monitoring. Residue samples were taken in some MPAs to show the ease of the protocol and obtain the first data, and records of marine debris were requested from some MPAs that have applied it, to analyze and report them together with those obtained in the present investigation, strengthening the system. for national decision making.

Key words: solid waste, monitoring, PRONAMEC, Marine Protected Areas

1 INTRODUCCIÓN

Los residuos marinos son uno de los mayores retos ambientales a los que se enfrenta actualmente la humanidad, afectando la riqueza natural marino costera, deteriorando el paisaje costero y generando efectos humanos negativos. Costa Rica no es la excepción al problema ya que se producen aproximadamente 4000 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales, el 25% terminan en ríos y playas (MINAE *et al.*, 2017). Existen especialmente áreas declaradas de significado especial por sus ecosistemas, la presencia de especies amenazadas, la repercusión en la reproducción y otras necesidades, así como por su significado histórico y cultural, llamadas Áreas Silvestres Protegidas (ASP) (Asamblea Legislativa, 2019).

Las ASP que protegen algún área marina representan más de medio millón de hectáreas, pero resulta contradictorio que Costa Rica sea un país con 10 veces más mar que tierra y que las zonas de protección del mar no cubren ni el 1% de los mares costarricenses, lo que determina la existencia de grandes vacíos en conservación marina (Muñoz, 2010). En cuanto a contaminación por residuos sólidos, en muchas de estas Áreas Marinas Protegidas no se aplica un monitoreo de residuos sólidos que permita conocer la cantidad, fuente y comportamiento de estos, que sean útiles para la toma de decisiones nacionales.

Existen protocolos establecidos por el SINAC que han sido desarrollados a través del PRONAMEC, de los cuales existe un único indicador de residuos sólidos que se aplica en Playas Arenosas. El propósito del presente estudio es identificar las acciones necesarias para la implementación de este indicador en AMP y proponer mejoras para que sea posible el monitoreo de residuos sólidos en cada AMP. La información fue obtenida mediante, la aplicación de encuestas a los encargados de las AMP (Áreas con componente marino y playa); mediante entrevistas realizadas a guardaparques durante las visitas a algunas AMP del Pacífico y del Caribe; y muestreos en algunas de estas AMP, con el propósito de demostrar a los encargados la facilidad del protocolo y permitir retroalimentación por parte de estos hacia el estudio.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar las acciones necesarias para la implementación del monitoreo de residuos sólidos mediante el Programa Nacional de Monitoreo Ecológico en las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica, de la mano con el Plan Nacional de Residuos Marinos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la situación actual de la contaminación marina en las Áreas Marinas Protegidas costeras del Pacífico y del Caribe de Costa Rica.
2. Identificar las barreras para la implementación del monitoreo de residuos marinos mediante el indicador de residuos sólidos del Programa Nacional de Monitoreo Ecológico.
3. Proponer mejoras para el monitoreo ambiental de residuos sólidos en las Áreas Marinas Protegidas con porción de mar y zona de playa.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 VISIÓN GLOBAL DE LOS RESIDUOS MARINOS

3.1.1 Producción de residuos marinos

En el océano, se acumulan varios tipos de residuos, conocidos como residuos marinos. Esto incluye metales, vidrio, cerámica, textiles y papel o madera, sin embargo, la fracción más grande y probablemente más dañina de los residuos marinos son los plásticos (Schneider et al., 2018).

Plástico es un término genérico que abarca una amplia gama de materiales a base de polímeros, que se caracterizan por diferentes propiedades. Estos polímeros se mezclan con diferentes aditivos para mejorar su rendimiento, según las propiedades requeridas en el producto final (plastificantes, antioxidantes, retardantes de llama, estabilizadores UV, lubricantes y colorantes). Existen varios tipos de plástico, pero la producción mundial se basa en cinco de ellos: el polietileno, el polipropileno, el policloruro de vinilo, el poliestireno y el tereftalato de polietileno (GESAMP, 2016).

Aproximadamente el 80% de los plásticos presentes en el océano, proceden de fuentes terrestres (Barboza et al., 2019). Entre las entradas producidas desde fuentes terrestres, los objetos de plástico más numerosos provienen de los residuos de construcción, derivados del turismo costero, las actividades agrícolas y del envasado de productos de alimentación y bebida (Rojo & Montoto, 2017).

Hay varios estudios basados en muestras de residuos procedentes de cauces fluviales, los cuales circulan por entornos urbanos, que confirman que los ríos son las principales fuentes de residuos

marinos, destacando los plásticos como los artículos predominantes en los ríos y sus orillas, así como en las playas costeras. Los factores que influyen en los patrones de transporte fluvial son la tasa de flujo del río, la presencia de corrientes de fondo y la aparición de extensiones de ríos submarinos. Los ríos con lecho profundo depositan la mayor parte de los residuos lejos de la costa, mientras que los más pequeños los depositan más cerca de la costa. La alta escorrentía del río después de las tormentas y las fuertes lluvias también causan la deposición de residuos a mayores distancias de su desembocadura (Rech et al., 2014).

El restante 20% de los plásticos presentes en el océano se generan en labores dentro del mismo (Barboza et al., 2019) como actividades pesqueras, turismo náutico y transporte marítimo (Rojo & Montoto, 2017). De estas actividades humanas la que más contribuye a la contaminación por plásticos es la pesca, y en especial la conocida como pesca fantasma, que es aquella que, debido al abandono o pérdida de aparejos, los cuales pueden permanecer por días e incluso años en el océano, capturan accidentalmente especies (Good, 2019). Según la United Nations Environment Programme (UNEP), cada año se pierden en los océanos unas 640000 toneladas de aparejos, que corresponden a un 10% de los residuos marinos (Macfadyen, 2009 & Pham et al., 2014).

La contaminación debida al plástico viene en muchas formas, colores, polímeros y, quizás lo más importante, tamaños (Emmerik, 2021). Se encuentra dividida en clases de tamaño, como los nanoplásticos, microplásticos, mesoplásticos y macroplásticos.

En los últimos años ha habido una creciente atención por la investigación de macroplásticos ya que son una de las principales fuentes de contaminación marina. Los macroplásticos se definen generalmente como fragmentos que tienen un tamaño mayor o igual a 25 milímetros (Romeo et al., 2015), encontrándose que existe una gran variabilidad derivada de la orientación de la playa, grado de exposición, dirección y fuerza del viento y el oleaje en los momentos previos al muestreo. Todo ello aumenta la dificultad de identificar patrones geográficos y tendencias temporales (Herrera et al., 2018). Sin embargo, el creciente interés en este tipo de plástico por parte de científicos, gobiernos y organizaciones ambientales ha acelerado el desarrollo de métodos para cuantificar fuentes, sumideros y vías (Emmerik, 2021).

Entre la clasificación de macroplásticos y microplásticos, se encuentran los mesoplásticos dentro del rango de los 5 a 25 milímetros (Gómez, 2019). Y, por último, los microplásticos (MPs) son pequeñas partículas y fibras de plástico. No existen estándares establecidos para determinar el tamaño máximo de una partícula, pero se considera generalmente que el diámetro de la partícula es inferior a 5 milímetros. Esta clasificación abarca las nanopartículas que constituyen fragmentos de

menos de 100 nanómetros. Esas partículas se clasifican en gran medida con base en sus características morfológicas: tamaño, forma y color. El tamaño es un factor particularmente importante para estudiar los microplásticos porque indica la medida en que los organismos pueden verse afectados (FAO, 2017).

Los MPs se clasifican en primarios y secundarios. Los microplásticos primarios son creados industrialmente para mejorar el efecto abrasivo en diferentes productos como los productos de limpieza, cremas exfoliantes o fibras de productos textiles, entre otros, que pueden entrar en el medio marino a través de los sistemas de drenaje industrial y doméstico (Karbalaee et al., 2018). Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) son una de las fuentes puntuales más significativas que descargan microplásticos al océano, ya que las tecnologías utilizadas actualmente no están específicamente diseñadas para retener partículas pequeñas (Mintenig et al., 2017).

En cambio, los microplásticos secundarios son generados por la fragmentación de macroplásticos, que pueden provenir de vertidos de aguas, de la pérdida de residuos durante la recolección, de residuos abandonados o de los propios vertederos gestionados inadecuadamente (Fath, 2019). Esta fragmentación de plásticos de mayor tamaño constituye una fuente importante de entrada de microplásticos y nanoplásticos al medio marino (Rojo & Montoto, 2017).

Bajo este panorama, uno de los principales desafíos actuales es evaluar el destino final de estos residuos, lugares donde pudieran estarse acumulando, el estado de los ecosistemas debido a su impacto en el ambiente marino y costero, la afectación a la salud humana, así como aspectos socioeconómicos que pueden estar afectando el turismo, la pesca y el transporte marítimo y muchas otras preguntas que están aún sin respuesta (Ministerio de Salud, 2021).

3.1.2 Transporte y llegada al medio marino

La alta acumulación de materiales plásticos se debe a su resistencia a la degradación, lo que ocasiona que la mayoría de los residuos plásticos persistan en el ambiente durante siglos y puedan ser transportados lejos de su origen, recorriendo largas distancias en el mar por acción del viento y de las corrientes marinas (Li et al., 2016). Para saber cómo y dónde se acumula el plástico en los océanos es imprescindible entender qué son las corrientes marinas, donde convergen y por qué convergen (Varela, 2019).

Las aguas del océano están en constante movimiento. Es este movimiento continuo y dirigido es el que genera las corrientes marinas y el que afecta al clima y al ecosistema local. Hay diversos factores y procesos involucrados en la formación y el movimiento de dichas corrientes marinas, entre los que

cabe destacar los siguientes: el viento, la rotación de la tierra, el efecto de Coriolis, la espiral de Ekman, la diferencia de densidades, las variaciones de temperatura, el gradiente horizontal de presión, las emergencias y la morfología y el relieve del océano (Balasubramanian, 2014).

La ubicación de los residuos marinos y, en particular, de los plásticos, en los diferentes compartimentos del océano es algo que ya se ha estudiado y documentado detalladamente en muchos estudios (Rojo & Montoto, 2017). El océano se puede dividir en cinco compartimentos: la costa, la capa superior del océano, la columna de agua, el lecho marino y la biota (UNEP, 2016). A pesar de que la cantidad de plásticos que flotan en la superficie del océano es alta, los científicos estiman que es aún mayor la cantidad de plásticos atrapados en la columna de agua o depositados en el lecho marino. Aunque es imposible medir de forma precisa la cantidad total de residuos que hay en el océano, una estimación realizada por un grupo de científicos mostró que los plásticos que flotan en la superficie representan tan solo el 1% de los plásticos que se encuentran en el océano (Bozhko, 2019).

El tanto por ciento restante corresponde a los plásticos que tienen mayor densidad que el agua y que al desecharlos se hunden (Bozhko, 2019).

Los plásticos vertidos en las costas procedentes de actividades recreativas y pesqueras suelen tener una flotabilidad negativa y, por consiguiente, depositarse en los sedimentos de las mismas costas. Estos residuos sufren los efectos de las corrientes marinas y son arrastrados mar adentro. Algunos desechos plásticos, como las botellas y los bidones, pueden iniciar sus rutas flotando, pero en la mayoría de los casos sus cavidades se llenan de agua y terminan hundiéndose y depositándose en el lecho marino (Bozhko, 2019).

El estudio de los fondos marinos realizado por Pham et al. (2014), por ejemplo, reveló la presencia de macroplásticos en diferentes zonas del fondo marino europeo (en laderas y crestas continentales, en montes submarinos y en cañones submarinos). No obstante, también puede haber plásticos con flotabilidad positiva en los sedimentos. La adherencia y el crecimiento de organismos en dichos residuos puede aumentar la densidad de estos y hundirlos. También existe la posibilidad de que estos mismos residuos sean ingeridos por organismos marinos y hundidos con el resto de los excrementos (UNEP, 2016).

Numerosos estudios de modelado han demostrado que, una vez los plásticos o cualquier otro residuo flotante entra en la circulación oceánica, tiende a acumularse en las regiones propias de los giros oceánicos y las zonas de convergencia. Las corrientes circulares que conforman dichos giros van recogiendo todo tipo de residuos en su recorrido y al final forman lo que se conoce como "islas de

basura". Esto hace que las islas de basura coincidan con los giros oceánicos citados anteriormente. Al igual que existen cinco grandes giros, existen cinco grandes islas de basura (Arroyo, 2020).

3.1.3 Acciones globales ante la problemática de residuos marinos

El problema de los residuos marinos fue reconocido por la Asamblea General de Naciones Unidas en su Resolución Océanos y Derecho del Mar en noviembre de 2005, donde instó a tomar medidas a todos los niveles para afrontarlo. Sin embargo, el símbolo de la preocupación internacional en torno a ellos y el comienzo de la acción global frente a este problema a gran escala es la Estrategia de Honolulu, una estrategia marco mundial para evitar, reducir y gestionar los desechos marinos, la cual fue elaborada en la Quinta Conferencia Internacional sobre Desechos Marinos en 2011 (CONAMA, 2016).

El compromiso gubernamental a nivel mundial llegó en 2012 a través del acuerdo mundial de Río +20 donde se indicaba que se debían *“tomar medidas para el año 2025, basadas en la recolección de datos científicos, para lograr una reducción significativa en los residuos marinos, para evitar daños al medio marino y costero”*. La Cumbre sobre Desarrollo Sostenible Río +20 fue el inicio de la Alianza Mundial del Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) sobre Desechos Marinos, basada en la Estrategia de Honolulu. Se trata de una asociación mundial, la cual es un mecanismo de coordinación voluntaria para unificar a gobiernos, organizaciones no gubernamentales (ONG), científicos y círculos académicos para resolver los problemas causados por los desechos marinos (CONAMA, 2016).

El PNUMA se encarga de proteger los mares y océanos y promover el uso ambientalmente sostenible de los recursos marinos, sobre todo a través de su Programa Regional de Mares. Las Convenciones y Planes de Acción de los Mares Regionales constituyen el único marco legal en el mundo para la protección de los mares y océanos a nivel regional. El PNUMA también ha creado el Programa de Acción Mundial para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra. Es el único mecanismo intergubernamental mundial que trata directamente las relaciones entre los ecosistemas de agua dulce, terrestres, costeros y marinos (Naciones Unidas, 2020).

En 2014, la Asamblea de Medio Ambiente de Naciones Unidas decidió realizar un estudio a nivel global sobre residuos marinos centrado en plásticos y microplásticos, atendiendo a diversos motivos, por ejemplo, a *“los graves efectos que tienen, en particular los plásticos procedentes de fuentes terrestres y marinas, que pueden tener en el medio marino, los ecosistemas marinos, los recursos naturales marinos, la pesca, el turismo y la economía, así como sus posibles riesgos para la salud humana”* (CONAMA, 2016).

En 2015, el Grupo de Expertos de los Aspectos Científicos del Medio Ambiente Marino (GESAMP) de las Naciones Unidas publicó un estudio específico sobre microplásticos en el medio marino, por su parte la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estudió el impacto de los microplásticos en las especies pesqueras de consumo comercial (CONAMA, 2016).

El objetivo de estos estudios a nivel global fue destacar que el problema afecta a todos los países en mayor o menor medida, independientemente de dónde se originen los residuos marinos. Esta dimensión global de la problemática requiere soluciones a la misma escala en lo que respecta a industrias, pesca, transporte marítimo y otros actores relevantes (CONAMA, 2016).

Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), coordina, a través de su Comisión Intergubernamental Oceanográfica, varios programas en la investigación marina, sistemas de observación, mitigación de las amenazas y mejor gestión de las zonas marítimas y costeras (Naciones Unidas, 2021).

3.1.4 Impacto de los residuos marinos

3.1.4.1 Afectación marina y humana

Los residuos marinos ponen en peligro la vida de numerosas especies marinas ya que pueden causar enredos e ingestión en tortugas, aves y peces, ocasionando lesiones graves y la muerte (van Emmerik & Schwarz, 2020).

El enredo en material plástico se ha registrado a menudo en ambientes marinos, a menudo porque los efectos del enredo son más evidentes en comparación con, por ejemplo, la ingestión (Gall & Thompson, 2015). Tortugas, peces, tiburones y más vertebrados se observan atrapados letalmente en desechos plásticos; principalmente en artes de pesca abandonadas, debido al tamaño y la naturaleza del material (van Emmerik & Schwarz, 2020).

Cuando los animales ingieren plástico, pueden tener varios efectos, que varían en gravedad. Estos efectos incluyen la inanición (debido a la obstrucción intestinal), una falsa sensación de saciedad, reducción del estado físico, cambios en el comportamiento y reproducción y crecimiento afectados (Gall & Thompson, 2015).

Además, se informa que las especies de plantas, como los árboles del bosque de manglares y su fauna asociada, se ven afectadas negativamente por los residuos plásticos, ya que estos ecosistemas funcionan como zonas de acumulación. Los peces y los mamíferos de estos ecosistemas se enredan en este tipo de plástico y la ingestión ocasional puede provocar obstrucciones en sus tractos intestinales, lo que aumenta las tasas de mortalidad (van Emmerik & Schwarz, 2020).

En cuanto a la afectación humana por ingestión, los microplásticos pueden estar presentes en alimentos por simple deposición en su superficie. Los microplásticos, especialmente las microfibras, forman parte del polvo atmosférico que se deposita sobre los alimentos a lo largo de toda la cadena de producción y consumo. Asimismo, pueden depositarse partículas generadas específicamente por los materiales en contacto con los alimentos, por ejemplo, auxiliares tecnológicos, agua, aire o liberación de maquinaria, equipamiento y textiles. Por lo tanto, es posible que la cantidad de microplásticos aumente durante el tratamiento de los alimentos (Rist et al., 2018).

Según De Wit & Bigaud (2019), una persona puede ingerir una media de 5 gramos (2000 pequeños pedazos) de plástico cada semana, que es el peso equivalente de una tarjeta de crédito. Eso es aproximadamente 21 gramos al mes, un poco más de 250 gramos al año. Se han descrito microplásticos en alimentos de origen marino (pescados, gambas y bivalvos) y también en la miel, cerveza, azúcar, sal de mesa, agua embotellada y agua del grifo (World Health Organization, 2019; Muñoz, 2018).

Los ejemplos mejor estudiados corresponden a alimentos de origen marino, en el que el animal ha ingerido estas partículas a partir del medio. En este caso, la mayor parte de las partículas se encuentran en el tubo digestivo (parte del animal que normalmente no es consumida). Algunos autores indican que la deposición sobre el alimento puede contribuir más a la exposición humana a microplásticos que el consumo de alimentos de origen marino (Rist et al., 2018).

Estudios realizados han reconocido que, adicional a los efectos físicos que pueden provocar sobre los organismos, los plásticos también pueden generar un efecto químico (Ospar, 2017) ya que no están compuestos únicamente de polímeros estructurales (macromoléculas), más bien se pueden considerar como una especie de cocteles complejos de contaminantes. Se ha comprobado que los plásticos pueden interactuar y sorber fácilmente sustancias tóxicas en su superficie, para luego liberarlos al medio ambiente (Colón & Febles, 2018). Asimismo, al degradarse, los plásticos pueden desprender aditivos usados en su fabricación y residuos de monómeros, y transferirse a los organismos (Ospar, 2017).

Además, el plástico, que puede contener posibles contaminantes tóxicos, puede ascender en la cadena alimentaria, especialmente cuando se registra la ingestión de plástico en especies de bajo nivel trófico como las medusas (Macali et al., 2018).

3.1.4.2 Afectación paisajística y económica

Los residuos marinos también pueden afectar negativamente al turismo y la recreación, con repercusiones en los actores comerciales que se benefician de estas actividades (UN Environment, 2017). Se ha descubierto que la contaminación plástica interrumpe significativamente las actividades económicas como la pesca y el turismo, dificulta el transporte a lo largo del río y, en algunos lugares, pone en riesgo la disponibilidad de agua dulce limpia, poniendo en peligro los medios de subsistencia de las comunidades que viven al lado y dependen del río (van Emmerik y Schwarz 2020).

El uso recreativo de las áreas costeras y marinas también puede disminuir a causa de los residuos marinos, esto debido al riesgo de lesiones o patógenos, y/o debido a la pérdida de especies y ecosistemas carismáticos o emblemáticos (por ejemplo, daños a los arrecifes de coral). De manera similar, los impactos negativos por residuos en ciertas especies de peces pueden reducir los ingresos de la pesca recreativa (UN Environment, 2017). Aproximadamente 36 millones de personas trabajan en el sector de la pesca o en la acuicultura según la Organización Internacional del Trabajo, por lo que esta disminución conllevaría a un decrecimiento de empleos y grandes pérdidas económicas (Jache, 2014).

3.2 SITUACIÓN EN ZONAS COSTERAS DE COSTA RICA

3.2.1 Residuos marinos en Costa Rica

Costa Rica tiene 530903.6 km² de mar en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Océano Pacífico, tiene km² de mar en la ZEE del Caribe, cuya extensión es desconocida por conflictos limítrofes, y también en los 12897.71 km² de aguas interiores (todas aquellas que quedan entre la línea de base y la línea de costa en el Océano Pacífico) que posee el país (CENIGA & MINAE, 2020). Además, cuenta con una gran diversidad de hábitats marinos que van desde las zonas costeras hasta las profundidades de la fosa mesoamericana. Sin embargo, todos estos hábitats están bajo los impactos de fenómenos naturales y actividades antropogénicas (Cortés & Wehrtmann, 2009).

En el país se producen aproximadamente 4000 toneladas diarias de residuos sólidos, de los cuales, el 25% terminan en ríos y playas. Lo anterior implica que alrededor de 110 toneladas diarias de plástico se acumulan en el ambiente y la tendencia es que la cifra aumente cada año (MINAE et al., 2017). El Ministerio de Hacienda reporta una producción anual de al menos 600 millones de botellas de plástico desechables, de las cuales casi el 90% no son recolectadas y terminan acumuladas en cuencas hidrográficas, costas y ambientes marinos (Estrategia Nacional para la Sustitución de Plásticos de un solo uso, 2017).

El Manual de Buenas Prácticas Ambientales (MINAE & TAA, 2014) menciona que una de las principales causas de la contaminación por residuos de los mares y costas de Costa Rica es el desarrollo urbano, industrial, agroindustrial, pesquero y turístico del país, además, de la mala disposición de los residuos sólidos, entre ellos plásticos que son descargados en ríos y quebradas para finalmente desembocar en el mar. También se menciona que residuos metálicos, de madera y otros tipos son descargados de esta misma manera (MINAE & TAA, 2014).

El Primer Informe Situación de la NAMA Residuos, identifica que los residuos que podrían estar llegando a ríos, playas y mares de Costa Rica, son cerca de 360620 toneladas anuales que no son recolectados, concentrándose esta situación en los municipios con mayor cantidad de territorio rural, que se caracterizan por tener los porcentajes más bajos de recolección debido a la dificultad de gestionar los residuos en territorios extensos, de difícil acceso y con menor población (Ministerio de Salud, 2021).

De acuerdo con el Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica, el plástico es el residuo sólido predominante recolectado en las playas del Pacífico, Caribe e Isla del Coco (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2018). De acuerdo con la organización Conservación Internacional, luego de realizar un estudio junto con la bióloga estadounidense Jacquelyn Burmeister, donde se recolectó y analizó arena en las provincias de Guanacaste y Puntarenas, el 92% de los desechos encontrados corresponden a plástico y principalmente a microplástico. De acuerdo con esta organización, la presencia de microplástico en las playas del país es más severa fuera de las Áreas Silvestres Protegidas, lo que puede estar asociado con las mejoras en recolección y clasificación de los residuos, ya que existen recipientes rotulados y diferenciados por tipo de residuo, facilitando la recolección y reciclaje de estos (Asamblea Legislativa de Costa Rica, 2018).

La investigación en temas de residuos marinos en Costa Rica es incipiente y se desarrolla principalmente en las instituciones de educación superior (Ministerio de Salud, 2021). Se han realizado estudios aislados sobre microplásticos y macroplásticos en playas de Costa Rica, pero la información sigue siendo limitada. Distintos grupos de investigación han enfocado sus esfuerzos en la generación de datos (Astorga, 2020). A continuación, se mencionan algunos de estos esfuerzos realizados en Costa Rica:

- En octubre del 2019, la Universidad de Costa Rica (UCR) inicia un primer estudio en las playas de las costas del Pacífico y del Caribe con el objetivo de crear una línea de investigación. Se han identificado microplásticos en Jacó, Esterillos, Puntarenas y Punta

Morales, en el Pacífico y en Manzanillo, Cocles, Puerto Viejo, Cieneguita, Playa Bonita y Westfalia, en el Caribe. Entre los materiales que más se identificaron, el polietileno y poliestireno (68%) son los principales (CICA, 2019).

- En el 2020 se aprueba un proyecto del Fondo Especial de la Educación Superior (FEES) que involucra un grupo de investigación multidisciplinario de la Universidad Nacional (UNA), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la UCR. Este propone determinar microplásticos en los sectores pesqueros del golfo de Nicoya y Golfo Dulce, para su posterior comparación (Astorga, 2020).
- Actualmente se trabaja en temas relacionados con: monitoreo, metodología para limpieza de playas, gestión de artes de pesca, microplásticos en ambientes y organismos acuáticos de consumo humano y su incidencia en la salud pública y estado de los ecosistemas de arrecifes rocosos de las Áreas Marinas Protegidas (Ministerio de Salud, 2021).
- Además, se desarrolla actualmente el proyecto GloLitter en Costa Rica coordinado por la Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo (NORAD), Organización Marítima Internacional (OMI) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que apoya a los países en desarrollo, hacia la implementación y el cumplimiento de los marcos regulatorios internacionales, así como buenas prácticas para la prevención, reducción y control de residuos plásticos marinos procedentes de actividades en el mar. El proyecto está liderado en Costa Rica por las instituciones rectoras nacionales y que conforman el equipo técnico interinstitucional (INCOPESCA, MINAE, INCOP, MIDEPLAN, MSP, MOPT, JAPDEVA) (Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, 2021).
- Otro proyecto en ejecución es el que lleva por nombre Prevención de los Residuos Marinos en el mar Caribe (PROMAR) cuyo objetivo es reducir la cantidad de residuos plásticos que llegan al Mar Caribe desde fuentes terrestres promoviendo soluciones de economía circular en Costa Rica, República Dominicana y Colombia. El proyecto es apoyado por el Ministerio de Ambiente del Gobierno Federal de Alemania (BMU) y ejecutado en Costa Rica por la Fundación Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI) en coordinación con el Ministerio de Salud y el MINAE (Ministerio de Salud, 2021).

Recientemente, se ha visto el aumento en la implementación de una serie de políticas públicas e instrumentos de gestión y planificación relacionados, entre ellos: el Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública del Bicentenario (2019-2022), Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos (PMGIR), Plan Nacional de Descarbonización (2018-2050), Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (2018- 2030), Política Nacional de Compras Públicas Sustentables, Estrategia Nacional para la sustitución de plásticos de un solo uso por alternativas renovables y compostables (2017- 2021), Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (2016-2021), Plan de Acción para la Gestión Integral de Residuos (2019-2025), Acción Nacional Apropriada de Mitigación (NAMA Residuos), Plan Nacional de Residuos Marinos (2021-2030), entre otros. Sin embargo, muchos de ellos se han enfocado principalmente en una gestión de residuos generados en las fuentes terrestres del país (Ministerio de Salud, 2021).

Aunado a esto, diversas organizaciones realizan campañas de limpieza de ríos y playas, por su cuenta o en coordinación con municipalidades, empresas u otros. Los criterios utilizados para elegir los sitios de las campañas son: lugares de alta visitación turística nacional e internacional, accesibilidad a las zonas de limpieza, playas inscritas en el Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE), zonas de acumulación de residuos, entre otros. Estas organizaciones poseen diversos métodos para organizar y realizar las actividades. Algunas tienen la práctica de llevar un control de la cantidad de residuos recolectados en cada limpieza y las fracciones en que se separan. En algunos casos identifican marcas de los productos y también se reporta la recolección de artes de pesca. La mayoría de ellas pesa los residuos y lleva registros de la cantidad de voluntarios. Sin embargo, no existe una base de datos nacional que permita cuantificar lo recolectado en dichas actividades. Al respecto el PBAE categoría playas definió una metodología para la toma de muestras, no obstante, desde su creación en 1996, hasta la actualidad los resultados no han sido sistematizados (Ministerio de Salud, 2021).

3.2.2 Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica

Las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) son zonas geográficas delimitadas, constituidas por terrenos, humedales y porciones de mar. Han sido declaradas como tales por representar un significado especial por sus ecosistemas, la existencia de especies amenazadas, la repercusión en la reproducción y otras necesidades y por su significado histórico y cultural. Estas Áreas estarán dedicadas a la conservación y a la protección de la biodiversidad, el suelo, el recurso hídrico, los recursos culturales y los servicios de los ecosistemas en general (artículo 58 ley de Biodiversidad N°7788) (Asamblea Legislativa, 2019; SINAC, 2021b).

Aunado a ello, han sido grandes los esfuerzos por parte del Estado costarricense para consolidar el Sistema Nacional de Conservación (SINAC), dependencia del Poder Ejecutivo, que está constituido por once subsistemas denominados Áreas de Conservación (AC), que son unidades territoriales administrativamente delimitadas, en donde se interrelacionan actividades tanto privadas como estatales y se buscan soluciones conjuntas, orientadas por estrategias de conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales, y asimismo, cada AC tiene bajo su jurisdicción las Áreas de Protección (AP) que se encuentran en su territorio y en cada una de ellas hay un administrador y programas por ejecutar. Normalmente los programas son de control y vigilancia, manejo de recursos naturales y ecoturismo. Todo este sistema de AP se encuentra bajo una gerencia general del sistema para las ASP (Muñoz, 2010).

Además, cada ASP debe manejar un Plan General de Manejo (PGM), el cual es el instrumento técnico que define la ruta que deben seguir el personal del ASP y sus aliados para mantener los valores del ASP. El PGM es el instrumento que, bajo condiciones cambiantes y de manejo adaptativo se utiliza para priorizar estrategias, contiene diagnósticos de la situación actual, los cambios necesarios que deben realizarse a través de la gestión para lograr los objetivos de manejo y por lo tanto la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (SINAC, 2013). Este Plan puede ser compartido mediante un sistema de gobernanza compartida, como ocurre en algunas ASP, las cuales están basadas en mecanismos y procesos institucionales en los que, formal o informalmente varios actores, tanto de la Administración Pública como ajenos a ella, comparten las responsabilidades, la toma de decisiones y los beneficios, según el marco normativo vigente (Poder Ejecutivo, 2016).

El proceso de planificación de un ASP es fundamental en la consecución de los objetivos y metas de conservación, tanto de cada Área en particular como a nivel general para el SINAC. Uno de los grandes retos que tienen los gestores de las ASP es la implementación de las acciones planificadas. Es muy poco probable que se pueda cumplir con la conservación de la biodiversidad sin contar con una hoja de ruta clara para lograrlo (SINAC, 2013).

Actualmente es difícil cuantificar con precisión la contribución del manejo a la conservación de la biodiversidad en las ASP. Esto ha sucedido, entre otros, por una falta de cultura de planificación y una disociación entre la planificación, el monitoreo y el aprendizaje en la acción conservacionista. Ante esto hay una necesidad, no solo a nivel de las ASP, sino a todos los niveles del SINAC, de incorporar el monitoreo como instrumento que permita el ajuste de las acciones del manejo propuestas en los planes (SINAC, 2013).

Acompañado a lo anterior, diversas valoraciones han señalado la escasez de recursos económicos y humanos para la ejecución de las labores de resguardo, en especial por parte del SINAC. En 2014, un estudio de la Contraloría General de la República advirtió que ninguna ASP contaba con los fondos necesarios para atender a cabalidad sus obligaciones: solo un 27% tenía el dinero para realizar entre uno y dos tercios de sus actividades, y solo 9 disponían de personal para cumplir con todas sus tareas; otras 42 carecían totalmente de funcionarios para llevarlas a cabo (CGR, 2014). También señaló que en un tercio de las ASP no había Planes Generales de Manejo, que muchas de las que los tenían no los implementaban en su totalidad, y que casi un 40% efectuaba acciones de control y protección sin sustento en los planes respectivos (CGR, 2014). Cuatro años después de la publicación de ese reporte hay algunas mejoras, pero persisten los problemas críticos.

3.2.3 Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica

Costa Rica se encuentra ubicada en una zona tropical con el Mar Caribe al este y el Océano Pacífico al oeste. Específicamente, la región Caribe limita al sur con la Cordillera de Talamanca, al este con el Mar Caribe, al norte con Nicaragua y al oeste con las regiones Huetar Norte, Central y Brunca. Esencialmente abarca la provincia de Limón, más el distrito de Horquetas de Sarapiquí en Heredia. Está conformada por 6 cantones: Limón, Pococí, Siquirres, Talamanca, Matina y Guácimo. Su extensión es de 9188,5 km² (MEP, 2021a).

En esta región han predominado las actividades productivas extensivas de tipo agrícola, que se caracterizan por consumir importantes extensiones de bosque, suelo y agua, al igual que grandes cantidades de agroquímicos durante sus ciclos productivos, con el fin de mantener la rentabilidad de la actividad mediante el crecimiento de la producción, por lo que deben mantener los cultivos libres de plagas y asegurar la fertilidad de los suelos. Las plantaciones bananeras y piñeras, como las principales actividades productivas en la región Atlántico/Caribe, realizan una apropiación intensiva del medio natural, a la vez que excretan desechos a un nivel tan elevado que sobrepasan la capacidad de reciclaje y asimilación por parte de la naturaleza (Blanco, 2015), generando un impacto en las ASP.

En cuanto a la región Pacífico Central, limita al sur con el Océano Pacífico hasta Punta Uvita. Al norte–noroeste con las cordilleras de Tilarán, provincia de Guanacaste y el río Abangares. El límite oeste es con el océano Pacífico y golfo de Nicoya y el límite este–sureste con los cerros de Turrubares, montes del Aguacate y el río Barú. Está conformada por los siguientes cantones: Puntarenas, Esparza, Montes de Oro, Aguirre, Parrita, Garabito, San Mateo y Orotina. De acuerdo con el Ministerio de Planificación de Costa Rica desde el 2005 se incluye también los cantones de Cóbano, Lepanto y Paquera. Su extensión es de 3886.7 km² (MEP, 2021b).

Es la región más pequeña territorialmente, pero con la mayor explotación de pesca del país. En esta región vive el 5% de la población nacional. Su economía se basa en la agricultura de granos básicos, grandes plantaciones de palma africana y piña, cuenta con playas muy importantes para el desarrollo de la actividad turística y la cercanía con el valle central las convierten en las más visitadas por el turismo nacional y el extranjero. Entre sus principales problemáticas está la contaminación del Golfo de Nicoya que afecta principalmente a los pescadores artesanales de la región. En esta región hay elevados niveles de desempleo, problemas en el área de salud, este último, se ve influenciado por las fallas en la recolección de los desechos domésticos e industriales (MEP, 2021b)

Esta ubicación le confiere gran riqueza marina al país. Costa Rica cuenta solamente con 51100 km² de territorio terrestre (un 0,03% de la superficie mundial), y alberga alrededor de 90000 especies un aproximado del 5% de la biodiversidad global. En su área terrestre e insular protege un total de 13030.55 km², para un 25.5%, su meta es llegar al 30% (Brenes, 2020).

Esta riqueza de especies se ve reforzada por su diversidad marina y costera. El territorio costarricense está conformado por 594974.85 km² de superficie marina, la cual alberga alrededor de 6700 especies marinas (90 de las cuales son endémicas), representando el 3.5% de las especies reportadas globalmente. Aproximadamente 4700 de estas especies conviven en la costa del Pacífico, mientras que la del Caribe alberga 2300. Esta gran biodiversidad se encuentra enmarcada dentro de una prominente variedad de hábitats marinos compuestos, entre otros, por: arrecifes coralinos, manglares, fondos lodosos, zonas rocosas, playas, acantilados, praderas de pastos marinos, un fiordo tropical, áreas de surgencia, una zona de afloramiento costero estacional, un domo térmico, una fosa oceánica de más de 4000 m de profundidad, una cordillera submarina (la Dorsal del Coco), islas costeras, una isla oceánica y fuentes hidrotermales. No obstante, los recursos marinos y costeros costarricenses han sobrellevado creciente explotación a través de los años, siendo expuestos a mayores índices de contaminación e intervención humana recientemente (MINAE, 2021).

Costa Rica ha tenido una deuda histórica con la protección marina. A pesar de su riqueza de ambientes marinos, el país presenta un rezago en la conservación y manejo de la biodiversidad marina y costera, sobre todo si se compara con su esfuerzo realizado hacia la parte terrestre (Brenes, 2020).

El país cuenta con un total de 149 Áreas Silvestres Protegidas, de las cuales 138 son de administración estatal (Figura 3.1). En la parte marina, 15465.75 km², la cobertura equivale a un 2.63 % de la Zona Económica Exclusiva del país (SINAC, 2021c). Al 2011, en el marco de la Estrategia Nacional Marino Costera y como resultado de GRUAS II (SINAC, 2008), que es una iniciativa impulsada por el SINAC, en conjunto con otros organismos, que pretende orientar las políticas nacionales de

ordenamiento territorial para la conservación in situ de la biodiversidad terrestre, de agua dulce, costero-marina y marina del país, se estableció un área de 19000 km² de vacíos marinos (Alvarado et al., 2011) (Figura 3.2). Gracias a los esfuerzos, esta cifra ha disminuido.

La meta del país es aumentar la protección marina de un 2.7% a aproximadamente el 30%, esto gracias a que, en diciembre del 2021, se firmó el decreto N°43368-MINAE: “Ampliación del Parque Nacional Isla del Coco” (Poder Ejecutivo, 2022) para extender las medidas actuales de cobertura de este Parque Nacional junto al Área Marina de Manejo del Bicentenario (CRHoy, 2021a).

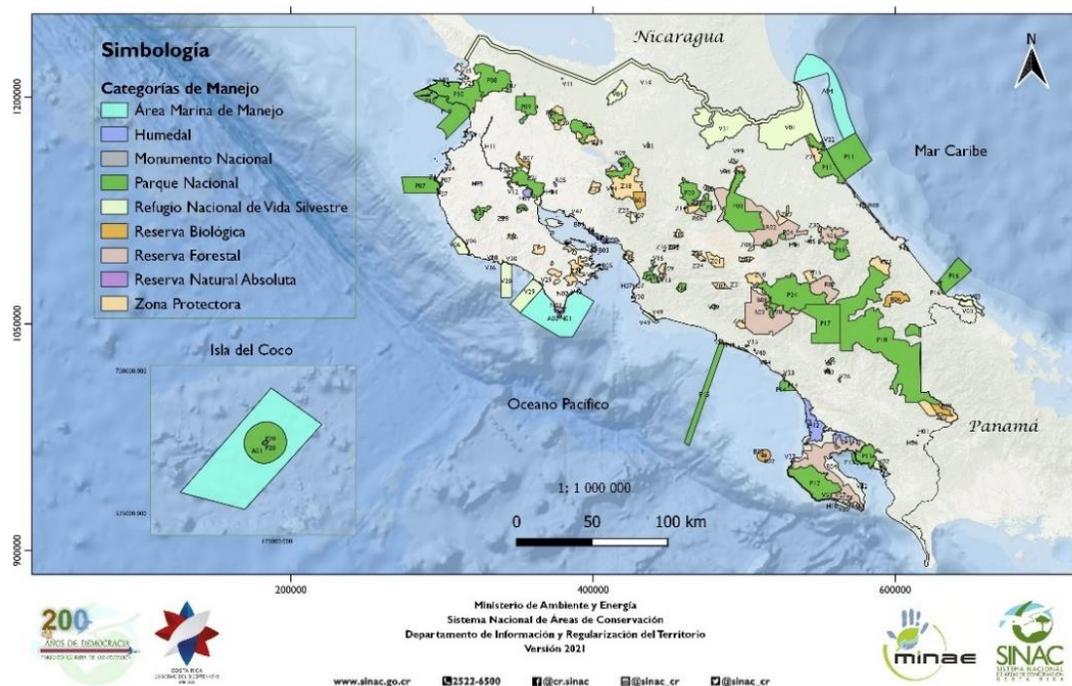


Figura 3.1. Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica (SINAC, 2021c)

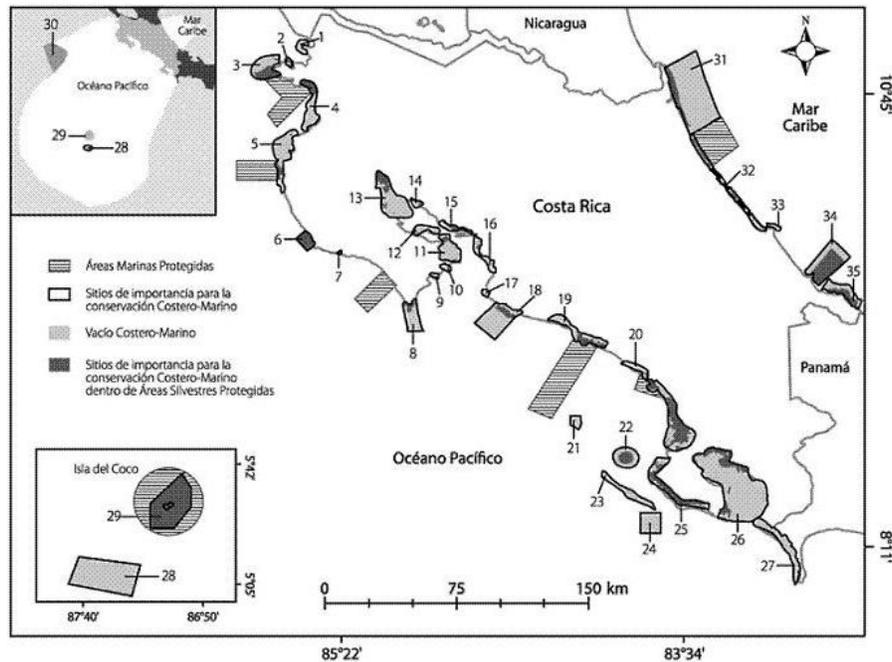


Figura 3.2. Vacíos de conservación de la biodiversidad marina en Costa Rica (Alvarado et al., 2011)

Pese a que en la última década se ha visto un mayor interés en el tema, en el largo plazo Costa Rica no ha otorgado una alta prioridad ni ha tenido una visión clara y estructurada sobre la gestión de sus recursos marino-costeros, tanto en términos de su conservación como de la sostenibilidad de su aprovechamiento (Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2018).

Los esfuerzos recientes de ordenamiento territorial marino, dignos de reconocimiento, afrontan grandes rezagos de información sobre el estado de la biodiversidad, una explotación desordenada e insostenible, y recurrentes conflictos sociales e institucionales. Esto se deriva de un marco normativo disperso y una institucionalidad débil y fragmentada que replica la valoración sobre el tema ambiental en su conjunto, con pocas capacidades y escaso compromiso de los actores privados (Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, 2018).

3.3 MONITOREO AMBIENTAL DE RESIDUOS MARINOS

El monitoreo ecológico o ambiental se puede definir como: un proceso continuo en el tiempo de recolección, análisis y difusión apropiada de información sobre un conjunto específico de variables o indicadores (Finegan et al., 2008). Para que un indicador ecológico pueda ser cotejable en el tiempo, debe tener características mínimas que han de respetarse, por ejemplo, estar estandarizado a una unidad de área (ejemplo: m²) y poseer siempre la misma técnica de recolección de la información.

Esa metodología debe poseer tres elementos fundamentales que garantizan la calidad de los datos generados en toda actividad de monitoreo: (1) Una metodología clara con lenguaje sencillo, para el uso con diversos grupos sociales. (2) Claridad en la toma de datos, de fácil evaluación y que se mantengan constantes en el tiempo. (3) Desarrollar material de apoyo inclusivo y didáctico, que permita una guía adecuada de los participantes sin la necesidad de un moderador para evacuar dudas en todo momento (Ministerio de Salud, 2021).

En general los programas de monitoreos ambientales planificados y no planificados tienen mala reputación y muchos han fallado. En la literatura internacional se destaca que las causas de estos problemas son varias: (1) falta de financiamiento a largo plazo; en especial para monitoreos regionales que permitan conocer la variabilidad natural de los sistemas; (2) sus ejecuciones, por aspectos políticos contingentes (emergencias), no se basan en preguntas e hipótesis; (3) existen fallas de formulación correcta de las hipótesis, los diseños de muestreos, los modelos y la estadística utilizada suele ser inadecuada en relación con la evaluación de los impactos y sus causas: “de modo que se distinga y separe la variabilidad ambiental del impacto antropogénico”; (4) existe una falta de trabajo interdisciplinario, en particular con la participación de profesionales estadísticos; (5) existen muy escasa flexibilidad para adaptaciones o modificaciones; (6) existe falta de control de calidad por las autoridades responsables (Castilla et al., 2021).

Tomando en cuenta la metodología propuesta por el grupo de investigación Microplásticos en Ambientes Marinos de México, un estudio de residuos en playas puede contribuir a (1) establecer una línea base para evaluar el efecto de las medidas tomadas en cuanto al manejo de los residuos en playas; (2) comparar la presencia de residuos sólidos entre distintas playas; (3) evaluar la presencia de diversos factores, como estaciones, fenómenos naturales, actividades turísticas, entre otras; (4) identificar los tipos de residuos y las posibles fuentes, y con base en ello proponer líneas de acción específicas; (5) involucrar a las autoridades, empresas, particulares y a la sociedad en su conjunto en el manejo sustentable de playas (Vásquez, 2020).

3.4 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PLAYAS ARENOSAS

3.4.1 Metodologías en Costa Rica

3.4.1.1 Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC)

Para evaluar el cumplimiento de los objetivos de creación, efectividad e integridad ecológica de las Áreas Silvestres Protegidas del SINAC, entre otros objetivos, se creó el Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) en el 2016, mediante el Decreto Ejecutivo No. 39747 del MINAE (Poder Ejecutivo, 2016), el cual tiene como fin generar y difundir información científica

confiable sobre el estado de la conservación de la biodiversidad del país y sus tendencias, además de desarrollo de indicadores que sean de utilidad para la toma de decisiones a escala local y nacional, en los ámbitos terrestre, aguas continentales y marinos. (Poder Ejecutivo, 2016).

El PRONAMEC da continuidad a los esfuerzos que el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) ha venido realizando desde el 2005 para establecer un programa de monitoreo biológico en las Áreas Silvestres Protegidas y los Corredores Biológicos (PRONAMEC, n.d).

Las Áreas Marinas Protegidas en Costa Rica resguardan una variedad de ecosistemas, entre ellos, arrecifes de coral, manglares, estuarios, lagunas costeras, praderas de pastos marinos, playas arenosas, zonas rocosas y áreas de migración, alimentación y reproducción de especies clave como las tortugas marinas, los cetáceos, las aves y los peces. Desde su creación, se han hecho esfuerzos para la protección de estas áreas y se ha encontrado la necesidad de implementar un plan de monitoreo en cada área marino costera protegida para poder evaluar a largo plazo los cambios que se producen en cuanto a su biodiversidad ya sean de origen natural o de origen antropogénico, a nivel local, regional o global (SINAC, 2015a).

Para la conservación de la variedad de ecosistemas mencionadas existen varios protocolos del PRONAMEC, los cuales son:

- Protocolo PRONAMEC Playa Rocosa
- Protocolo PRONAMEC Playa Arenosa
- Protocolo PRONAMEC Agregaciones de Mamíferos Acuáticos
- Protocolo PRONAMEC Playa Anidación de Tortugas Marinas
- Protocolo PRONAMEC Dinámica de Playas Arenosas ante Cambio Climático
- Protocolo PRONAMEC Formaciones Coralinas

3.4.1.1.1 Indicador de residuos marinos en playas arenosas del PRONAMEC

Las playas rocosas y arenosas son afectadas por diversos factores antropogénicos, que pueden tener una influencia sobre la biodiversidad, aún dentro de las Áreas Protegidas por el SINAC (Quesada & Nielsen, 2005). Esto puede darse por intromisión o exceso de pesca de organismos claves en regular dichos ambientes; una sobrecarga de la visitación turística; cambios en los sedimentos por actividades en la costa o cuenca aledaña al Área Protegida; cercanía a poblaciones humanas, generando residuos o contaminantes que puede influir sobre la biota de dichos ambientes; así como el cambio climático (Murray, 2007).

El protocolo de playas arenosas es el único con un indicador de residuos marinos. Este se denota como número 5 y se denomina *Basura en la playa* en el Protocolo para el Monitoreo Ecológico de las Playas Arenosas (SINAC, 2016), el cual detalla la metodología descrita a continuación:

García et al. (2006), desarrollaron un protocolo para medir los residuos sólidos de playas en Costa Rica. En una franja de 3 m de ancho y 100 m de longitud, paralela al mar, sobre la berma, se recogen los residuos. Se procede a separar, contar, medir o pesar cada pieza recolectada, salvo estructuras de metal, piezas de madera mayores de 1 m² y desechos sanitarios (que se anotan como presentes). Para su análisis, los residuos se clasifican en cinco grupos generales: vidrios, metales, plásticos, materiales celulósicos y otros. Los resultados se expresan como porcentaje de unidades/100 m. Se anota el criterio sobre la percepción del grado de contaminación de la playa, empleando una escala de (1) limpia, (2) moderadamente sucia (entender como moderadamente limpia), (3) sucia, (4) muy sucia a criterio del tomador de datos; que se le asigna como categoría a la playa (García et al., 2006). Para ingresar datos a la base de datos se debe indicar la localidad, la fecha, la cantidad pesada de residuos según la categorización recolectada en el transecto. La hoja de Excel expresa los datos en porcentajes.

La Figura 3.3 muestra los detalles del indicador descrito y su correspondiente interpretación en la Figura 3.4.

INDICADOR 5 Basura en la playa*	
ELEMENTO FOCAL DE MANEJO: Playas arenosas	
CATEGORÍA: Composición	ATRIBUTO CLAVE: Contaminación
OBJETIVO: Categorizar las playas arenosas según el tipo y cantidad de desechos sólidos presentes, así como la percepción del grado de contaminación	
FRECUENCIA DEL MONITOREO: Trimestral	TEMPORALIDAD DEL MONITOREO: Estación seca y estación lluviosa
HORARIO DE MONITOREO: 2 horas antes y 1 hora después del pico de marea baja	ESPACIALIDAD: Se debe realizar en un sitio protegido, un sitio cerca del límite de la zona protegida, un sitio afuera de la zona protegida
PERSONAL REQUERIDO: Al menos 2 funcionarios por cada transecto	CONOCIMIENTO PREVIO: Aprender a separar la basura por tipos
EQUIPO REQUERIDO: Un saco plástico para recolección de basura (reutilizar). Balanza granataria de 5kg. Etiquetas, libreta y lápiz	
ÁMBITO DE VARIACIÓN PERMISIBLE:	
<ul style="list-style-type: none"> ● Playas limpias ● Playas moderadamente sucias ● Playas sucias y playas muy sucias 	

* Basado en: García et al. (2006).

Figura 3.3. Indicador 5: “Basura en la playa” PRONAMEC (SINAC, 2016, basado en García et al., 2006)

Variación	Interpretación	Medidas de manejo
 BUENO	Este indicador sugiere que las condiciones de la playa son óptimas, hay poca basura de origen humano presente y más desechos de origen celulósico. Esto favorece la presencia de fauna típica de la playa arenosa. Vistas escénicas para la recreación, así como buena impresión del visitante. Los valores de percepción indican playa limpia.	<ul style="list-style-type: none"> Continuar con el monitoreo de este indicador
 REGULAR	Este indicador sugiere hay un aumento en los porcentajes de desechos de origen antrópico respecto a los celulósicos. Los valores de percepción indican playa moderadamente limpia.	<ul style="list-style-type: none"> Organizar limpiezas de playas con voluntarios del área silvestre protegida o personas de la comunidad Continuar con el monitoreo de este indicador
 MALO	Este indicador sugiere que se está presentando una degradación de las condiciones de la playa, donde hay un incremento considerable de desechos de origen antrópico. Puede indicar contaminación en playas o en las cuencas aledañas. Los valores de percepción indican playa sucia o muy sucia.	<ul style="list-style-type: none"> Organizar limpiezas periódicas de playas con voluntarios ASP o personas de la comunidad, municipalidad Continuar con el monitoreo de este indicador

Figura 3.4. Interpretación de la variación del indicador 5: “Basura en la playa” PRONAMEC (SINAC, 2016)

El mismo PRONAMEC facilita también otra metodología de recolección de residuos sólidos en la playa llamada el protocolo SANDWACTH. En primer lugar, se seleccionan los puntos en la playa a muestrear, pueden ser varios sitios a lo largo de la playa. Utilizando una cinta métrica se marca una línea recta o línea de transecto, desde un punto detrás de la playa hasta el mar, abarcando toda la zona de arena, perpendicular al mar. Se debe anotar la localización para visitar el mismo sitio en meses posteriores y realizar comparaciones. Se recogen todos los residuos sólidos que se encuentren a 2 m de cada lado de la línea de transecto. Se anotan, cuentan y clasifican los residuos encontrados y posteriormente, se disponen adecuadamente los residuos. Por último, se discuten los posibles orígenes de los materiales. Las fuentes se dividen en residuos producidos en el mar, como boyas de pesca y productos plásticos con etiquetas; residuos sólidos de usuarios/visitantes y de población aledaña, como colillas de cigarro y estereofón; y en residuos que pueden provenir de los dos grupos anteriores, como pedazos de sogas, madera y materiales de empaque. Se pueden construir gráficos y tablas para observar el comportamiento de residuos sólidos en diferentes épocas del año, después de una visita fuerte de turistas (como un fin de semana largo) o después de un huracán, y se debe informar a la población aledaña sobre la situación de residuos sólidos en la playa muestreada (Guardarenas, 2013).

No obstante, la información recopilada mediante la aplicación de este protocolo aún no se ha reportado de manera oficial, desconociéndose cuántas Áreas Marinas Protegidas lo han aplicado y por cuánto tiempo (Ministerio de Salud, 2021).

3.4.1.2 Programa Bandera Azul Ecológica

En Costa Rica existe un galardón que se otorga anualmente, el cual premia el esfuerzo y el trabajo voluntario de los diferentes comités locales que buscan mejorar las condiciones higiénicas, ambientales y utilizan el galardón como instrumento para mitigar y adaptarse al Cambio Climático (PBAE, 2020). Es denominado Programa de Bandera Azul Ecológica (PBAE) y posee una categoría especial llamada Comunidades Costeras. Esta categoría es un mecanismo para lograr la excelencia de las playas en los aspectos higiénico-sanitarios, convirtiéndose en un elemento de consideración a la hora de elegir qué playa visitar por parte de los visitantes tanto nacionales como extranjeros (PBAE, 2020).

Esta categoría utiliza un indicador para residuos sólidos en la zona de arena de las playas. En el Manual de Procedimiento para aplicar en la Categoría de playas (ICT, 2014), se detalla el indicador utilizado: *Basura Inorgánica*. Se debe partir del hecho que la playa (banda arenosa) y su entorno deben estar limpios, libres de desechos inorgánicos (plástico, vidrio, hule, latas, entre otros). Los detalles del indicador se muestran en la Figura 3.5 y el correspondiente formato de reporte se encuentra en el Anexo 8.1.

 BASURA INORGÁNICA BAE: COMUNIDADES COSTERAS  -BI-	
PASOS A SEGUIR	BASURA INORGÁNICA
PASO No.1	El evaluador realizará una inspección inicial de la berma y su entorno, de la playa a evaluar, para ubicar al menos tres sitios de muestreo. Estos sitios deben estar supeditados principalmente a las áreas de mayor afluencia turística, las cuales deben estar predefinidas por cada Comité BAE dentro del Cuestionario de Candidatura, lo cual varía en cada playa. Consideración: En aquellas playas menores de 100 mtrs. se deben ubicar de uno a dos sitios de muestreo.
PASO No.2	En cada sitio de muestreo se tomarán las muestras de basura inorgánica mediante la realización de 3 transeptos rectangulares de 1x20 metros cuadrados en forma longitudinal (paralelo a la costa), el evaluador tiene el criterio de escoger las zonas más contaminadas. Consideración: Las playas en que la berma es muy angosta, se pueden realizar 1 o 2 transeptos según lo estime el evaluador.
PASO No.3	Se recoge la basura inorgánica de cada uno de los transeptos, se pesa en la balanza y el peso encontrado se divide entre 20 (número de metros cuadrados del transepto) lo cual nos da el peso en gramos por m2 por transepto. Lo anterior se lleva a cabo en cada
	uno de los transeptos.
PASO No.4	Se suma el peso en gramos por m2 de los transeptos y se divide entre 3 (número de transeptos), lo cuál nos dará el peso en gramos por m2 por sitio de muestreo. Ver fórmula 1 y 2:

Figura 3.5. Indicador “Basura Inorgánica” PBAE Comunidades Costeras (ICT, 2014)

Cabe destacar que el PBAE cuenta con una metodología para la contabilización de residuos en las playas producto de las campañas de limpieza. Sin embargo, no hay datos sistematizados sobre las cantidades de residuos recolectados, eficacia de las medidas, calidad de agua, ni cantidad de personas capacitadas. El dato disponible únicamente es la cantidad de playas que han logrado obtener el galardón. Para el 2020 fueron 138 playas distribuidas en todo el territorio nacional (PBAE, 2021).

El Instituto Costarricense de Turismo (ICT) y el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en lo que corresponde a BAE-PLAYAS, han asumido desde sus inicios lo correspondiente al seguimiento y trabajo in-situ de las playas que se inscriben en el programa, de tal forma que el Equipo Técnico de AyA tiene a cargo lo correspondiente al agua de mar, agua de consumo humano y calidad de las costas en cuanto a aguas y vertidos industriales. Al Equipo Técnico

del Instituto Costarricense de Turismo le compete por otro lado, lo referente a los residuos inorgánicos, basureros, educación ambiental, seguridad y administración (PBAE, 2020).

3.4.2 Esfuerzos nacionales de monitoreo de residuos marinos en Costa Rica

En el 2004, durante la VII Convención de Diversidad Biológica (COP-7) el Programa de Trabajo de Áreas Protegidas (PTAP) se planteó como objetivo el establecimiento y mantenimiento de Sistemas de Áreas Protegidas, tanto para las Áreas Protegidas Terrestres y para las Áreas Protegidas Marinas para el año 2010 y 2012 respectivamente (SINAC, 2015a).

El monitoreo brinda las facilidades para conocer el estado de salud de los ecosistemas, así como de sus recursos y de esta manera implementar medidas que efectivicen su manejo. El Programa de Monitoreo de las Áreas Protegidas y los Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR, se gesta principalmente para el cumplimiento del acuerdo de país en donde asume la adopción del Programa de Trabajo para las Áreas Silvestres Protegidas (ASP). Es así, que desde el año 2005 y bajo la colaboración de un grupo de expertos, se desarrolló la iniciativa de construir una propuesta de monitoreo para las diferentes estrategias de conservación como lo son las Áreas Protegidas y los Corredores Biológicos de Costa Rica (SINAC, 2015a).

Dando continuidad al proceso de planificación del Programa en sus siguientes fases, en el año 2011, se realizó una propuesta de PROMEC de las áreas marino-costeras del país, documento elaborado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El Programa propuesto es de alcance nacional, pero actualmente se cuenta además con los indicadores priorizados a escala local y el desarrollo de sus protocolos. Esto fue coordinado en el 2013 por el Proyecto Consolidación de Áreas Marinas Protegidas (SINAC-PNUD-GEF) (SINAC, 2015a).

Adicionalmente, en la Estrategia Nacional para la sustitución de plásticos de un solo uso por alternativas renovables y compostables 2017-2021, se describe una propuesta metodológica para el monitoreo cuali-cuantitativo de microplásticos en arena de playa. Sin embargo, ninguno de estos dos métodos ha expuesto resultados a nivel nacional. Existen otras iniciativas nacionales, que corresponden a compromisos internacionales adquiridos, para la sistematización de datos: como en el marco del Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL), donde se busca la sistematización de la información sobre los residuos generados en puertos, muelles y marinas, con el objetivo de mejorar la gestión de estas en esta temática (Ministerio de Salud, 2021).

3.4.3 Recomendaciones a nivel mundial para monitorear residuos sólidos en playas

Existen diferentes métodos de recolección o muestreo de residuos sólidos en las playas a nivel mundial. Como anteriormente se mencionaba, el monitoreo puede definirse como una supervisión o control de alguna situación específica, en este caso, referido a la cuantificación y clasificación de los residuos presentes en playas. Idealmente debe ser un proceso permanente, que permita realmente conocer el comportamiento de un fenómeno a lo largo del tiempo (Vásquez et al., 2019).

Los estudios de cuantificación y caracterización de los residuos presentes en playas deben cumplir con características que les den validez. Para ello, se recomienda seguir las siguientes recomendaciones:

- Conformar un equipo de al menos tres personas para la realización del estudio (Vásquez et al., 2019).
- Explicar claramente a todos los participantes los pasos a seguir, de forma que se utilicen criterios uniformes a lo largo de todo el proceso (Vásquez et al., 2019).
- Realizar los muestreos de residuos a primera hora del día, para evitar interferencias debidas a la presencia de visitantes (Vásquez et al., 2019).
- Se recomienda que las campañas de monitoreo sean realizadas en época seca y húmeda con la finalidad de observar el comportamiento de los parámetros evaluados (Pertuz & Vizcaino, 2020).
- Utilizar calzado y, de ser necesario, pinzas, guantes u otros materiales que permitan coleccionar los residuos punzocortantes o con características de peligrosidad que pudiesen encontrarse (Vásquez et al., 2019).
- Clasificar y pesar los residuos lo antes posible, para evitar la pérdida de humedad (Vásquez et al., 2019).
- Verificar con otras metodologías la clasificación de residuos sólidos utilizados y de esta forma garantizar su correcta identificación, evitando subjetividades como, por ejemplo, al diferenciar “residuos comunes” y “residuos provenientes del mar” que ambos están constituidos por latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas y similares (Pertuz & Vizcaino, 2020).
- El manejo de la playa debe considerar la percepción del usuario para efectuar estrategias de manejo sostenible (Pertuz & Vizcaino, 2020). Los usuarios deben ser considerados en la gestión de playas, pues aumentar su participación es fundamental en la creación e implementación de políticas sostenibles (Vásquez et al., 2019).

Otras recomendaciones a nivel mundial que pueden contribuir a un mejor monitoreo de residuos sólidos en playas arenosas son (Pertuz & Vizcaino, 2020):

- Brindar a los turistas la infraestructura adecuada para la recolección de residuos sólidos.
- Integrar, de mano de los comerciantes y autoridades territoriales, pedagogía continua sobre educación ambiental y manejo adecuado de residuos sólidos.
- La detención de la fuente referente a la contaminación por residuos sólidos debe ser considerada en la gestión integral de playas, de esta forma se podrán identificar y seleccionar medidas de prevención y manejo específicas para esta problemática.
- Considerar la posibilidad de incorporar medidas para el manejo adecuado de las colillas y los filtros de cigarrillos, por ejemplo, adoptar tarifas o impuestos al precio de los cigarrillos en playas o proporcionar a los fumadores un medio de fácil acceso para la disposición adecuada de colillas como, por ejemplo, ceniceros.
- Implementación de un plan de limpieza mecánico o manual.
- Incluir la participación de voluntariado o articulación con instituciones educativas en los programas de limpieza de playas.

Existe gran cantidad de metodologías de recolección de residuos. De forma resumida se pueden mencionar algunas, por ejemplo, la metodología propuesta por el Índice de Calidad de Playas Turísticas (ICAPTU) utilizado en Colombia para evaluar la calidad ambiental en función de microplásticos, residuos sólidos en arena y otros, de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero (GISISCO, 2018). Este método define el punto de muestreo ubicándose de forma perpendicular a cada una de las zonas de monitoreo y en áreas donde se percibe mayor presencia de residuos sólidos. Paso seguido se delimitan los transectos de muestreo con medidas de 50 m a cada lado del punto demarcado, midiendo una longitud total de 100 m (Pertuz & Vizcaíno, 2020).

Se valoran tres sectores o zonas de la playa: zona de servicios o transición (actividades temporales, deportivas y culturales), zona de reposo (franja inmediata y paralela a la zona activa) y zona activa (franja de arena más próxima a la orilla del mar), su ubicación espacial se ilustra en la Figura 3.6 (GISISCO, 2018; ICONTEC, 2007).



Figura 3.6. Esquema de ordenamiento de una playa turística (ICONTEC, 2007)

El conteo de residuos deberá hacerse en función de las categorías y tipos de residuos que fueron definidas para el contexto de playas turísticas del Caribe Norte Colombiano (GISISCO, 2018).

También, existe una adaptación a esta metodología basada en el protocolo EA/NALG, el cual toma como referencia estudios de dos instituciones: la Environmental Agency (EA UK) y National Aquatic Litter Group (NALG), que forman un esquema para evaluar la evaluación estética de áreas costeras, llamado Protocolo EA/NALG 2000. Esta adaptación consiste en la medición de residuos sólidos teniendo en cuenta diferentes categorías y tipos de residuos. A partir de asignar un grado de predominancia (A-D), se le atribuye a la playa una valoración de muy buena, buena, aceptable o mala. Se valora un cinturón de 100 m hasta la playa (50 m a cada lado del punto de acceso), que estima la cantidad de residuos en el área entre la línea de flotación, durante la marea alta, y el interior de la playa (Jahié et al., 2014).

En contraste, la propuesta desarrollada para el Modelo del ICAPTU, ha considerado la redefinición de los tipos y categorías de residuos de acuerdo con el contexto del Caribe Norte Colombiano, ampliando los grados de calificación de las playas (A-E) y configurando un método de cálculo para determinar la Calidad Ambiental Recreativa (CAR) en función de la puntuación total obtenida para los residuos encontrados en la playa (Botero & Tamayo, 2021).

En el país de México, se aplica otra metodología, que consiste en extender una cuerda de 100 m, paralela a la línea de pleamar, con una cuerda, que previamente se marcó cada 5 m, para dividir el área en 20 secciones. Debe registrarse la posición geográfica (con GPS) de los dos extremos del transecto, como referencia para el reporte y para posteriores estudios (Vásquez et al., 2019).

Deben seleccionarse aleatoriamente 5 de las 20 secciones del transecto delimitado por la cuerda, como se muestra en la Figura 3.7. Se deben recolectar todos los residuos sólidos presentes en la sección marcada, ya sea que se encuentre total o parcialmente entre las cuerdas, completos o en fragmentos.

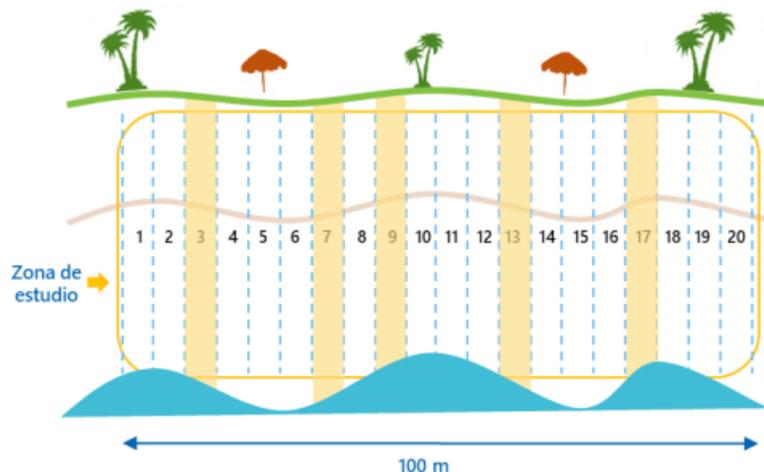


Figura 3.7. Selección aleatoria de secciones para muestreo de residuos (Vásquez et al., 2019)

Este método propone que la clasificación de los residuos se realice a partir de las categorías y subcategorías propuestas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Cheshire, 2009).

3.5 PLAN NACIONAL DE RESIDUOS MARINOS

El Plan Nacional de Residuos Marinos (PNRM) 2021-2030, es una herramienta orientadora que articula a diferentes sectores en busca de la disminución de los residuos sólidos que llegan a los mares, además espera lograr una gestión integral de residuos procedentes de fuentes terrestres y marinas. El alcance geográfico comprende todo el territorio nacional, conformado por zonas de pueblos originarios, Áreas Silvestres Protegidas en cualquiera de sus categorías de manejo y el territorio municipal, así como el mar territorial y la ZEE. Dentro de las acciones contempladas se incluye, el fortalecimiento de la normativa, sensibilización y educación de la población. Además, fomenta la innovación a través de la investigación, el desarrollo de ideas novedosas, el monitoreo y la vigilancia del avance de la reducción de la contaminación (Ministerio de Salud, 2021).

El Plan busca, entre sus objetivos estratégicos, fortalecer mecanismos de monitoreo que permitan una evaluación periódica de las actividades programadas para determinar su avance (Ministerio de Salud,

2021). Uno de los seis ejes principales del Plan es el de investigación, desarrollo, innovación y monitoreo (Eje Estratégico 5), que incluye, como se mencionó anteriormente, las AMP.

Este eje busca, mediante acciones estratégicas, el desarrollo de investigación y extensión interuniversitaria, para universitaria y en colegios técnicos en temas tales como: inventario de los residuos marinos, estimación de la cantidad y su composición, su ciclo de vida, entre otros. Además, la implementación de una estrategia unificada para la recopilación de información de los residuos sólidos extraídos en (1) campañas de limpieza, recolectados en puertos, muelles, marinas y recibidores de puertos pesqueros, así como de artes de pesca usados y de residuos generados por municipalidad, por tipo de residuo y (2) biota afectada por estos residuos. También, la elaboración, implementación y mantenimiento de una aplicación electrónica (herramienta tecnológica) que facilite la incorporación de la información recopilada y que permita monitorear los resultados. Busca la implementación de nuevos indicadores de contaminación y afectación de la biota por residuos sólidos en los diferentes tipos de ecosistemas marino y costeros mediante los Protocolos Nacionales de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC), y el desarrollo de nuevos PRONAMEC para ambientes de influencia directa en los ecosistemas marino y costeros como cuencas hidrográficas, con sus respectivos indicadores en residuos sólidos y su afectación de biota (Ministerio de Salud, 2021).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio consiste en una recolección de información de forma cualitativa y cuantitativa en algunas playas arenosas de Áreas Marinas Protegidas (AMP) del país, con el fin de definir una estrategia para la implementación de un monitoreo de residuos sólidos en las AMP de Costa Rica. De la mano con el PNRM, se busca identificar las barreras para la aplicación del monitoreo de residuos sólidos marinos en las playas arenosas de dichas Áreas. A continuación, se presenta la forma de obtención de información para cada uno de los tres objetivos de la investigación.

4.1 SITIO

Existen 48 Áreas Marinas Protegidas en el país, algunas de ellas con porción de mar, otras con zona de playa y otras con ambas. De las Áreas que poseen porción de mar, 20 se encuentran en el Pacífico y 3 en el Caribe, y, algunas de ellas, a su vez, poseen costa. Las restantes solo poseen zona costera y no porción de mar. Se estudiaron las zonas que poseen zona de playa y que poseen una porción de mar en su administración. En resumen, se estudiaron 12 AMP en el Pacífico, con costa y porción de mar, y 3 en el Caribe. El Cuadro 4.1 muestra las AMP que fueron estudiadas, al Área de Conservación que pertenecen y su extensión.

Cuadro 4.1. Áreas Marinas Protegidas entrevistadas y sus principales características (SINAC, 2018)

Categoría de manejo	ASP	Área de conservación	Área Marina Protegida (km)	Línea de costa (km)
En el litoral Pacífico				
Parque Nacional	Santa Rosa	Área de Conservación Guanacaste	463,91	51,65
	Marino Las Baulas	Área de Conservación Tempisque	253,19	15,57
	Marino Ballena	Área de Conservación Osa	52,3	14,68
	Manuel Antonio	Área de Conservación Pacífico Central	1.244,78	25,38
	Corcovado	Área de Conservación Osa	20,45	41,33
	Piedras Blancas	Área de Conservación Osa	13,56	6,95
	Isla del Coco	Área de Conservación Marina Isla del Coco	1.948,30	30,87
Refugio Nacional de Vida Silvestre	Ostional	Área de Conservación Tempisque	80,55	17,86
	Caletas-Ario	Área de Conservación Tempisque	200,11	9,36
	Playa Hermosa	Área de Conservación Pacífico Central	36,54	11,68
Reserva Nacional Absoluta	Cabo Blanco	Área de Conservación Tempisque	16,12	11,63
Reserva Biológica	Isla del Caño	Área de Conservación Osa	52,07	9,6
En el litoral Caribe				
Parque Nacional	Tortuguero	Área de Conservación Tortuguero	526,81	23,6
	Cahuita	Área de Conservación La Amistad – Caribe	232,9	13,5
Refugio Nacional de Vida Silvestre	Gandoca-Manzanillo	Área de Conservación La Amistad – Caribe	49,84	25,48

4.2 ENTREVISTAS

Se realizaron entrevistas de tipo estructuradas, a través de la plataforma digital Google Forms (Anexo 8.2), esta entrevista se les envió por correo electrónico a los 15 encargados de cada una de las APM anteriormente descritas (Cuadro 4.1), con el fin de ampliar el panorama real sobre la aplicación de monitoreo de residuos sólidos en cada una de ellas. Los contactos de cada uno de los representantes de dichas Áreas fueron proporcionados por la dirección del SINAC, así como los correos electrónicos y los números telefónicos de sus respectivas oficinas.

El principal objetivo de estas entrevistas fue identificar algunas barreras del monitoreo de residuos marinos en las zonas. Además, comprobar si estas Áreas poseen un Plan General de Manejo vigente y si incluyen el estudio de residuos sólidos. También, verificar si se aplica algún protocolo de monitoreo del PRONAMEC, especialmente el de Playas Arenosas, único que posee un indicador de residuos sólidos, u otro tipo de monitoreo.

La entrevista no fue validada, pero sí se incluyó un espacio para recomendaciones o comentarios por parte de los representantes de las AMP.

4.3 MUESTREO

Se realizó un muestreo de residuos sólidos marinos en algunas de las playas reconocidas como Áreas Marinas Protegidas. Dichas zonas se escogieron por facilidad de transporte o por disponibilidad de atención por parte de los encargados de las AMP. Más adelante, el Cuadro 4.3 muestra características de los puntos de muestreo, tanto en la zona del Caribe como en la del Pacífico.

Se aplicó el procedimiento de toma de muestras y la clasificación de residuos sólidos del PRONAMEC para Playas Arenosas del SINAC, descrito anteriormente. Se realizó solamente en las Áreas Marinas Protegidas propiamente, no se aplicó en un sitio cerca del límite de la zona protegida ni en un sitio fuera de la zona protegida, como lo describe la espacialidad del protocolo PRONAMEC para Playas Arenosas (ver Figura 3.7, sección espacialidad). En cuanto al horario de monitoreo, no se realizó las dos veces que indica el protocolo (ver Figura 3.7, sección horario de monitoreo), solo un monitoreo por Área.

En cada una de las Áreas visitadas se delimitaron, haciendo uso de una cinta métrica y una cuerda, 100 m de largo sobre la berma de la playa y 3 m de ancho, 1.5 m a cada lado de la cuerda, y se recolectaron los residuos sólidos de esa zona. En algunos casos se tomaron residuos sólidos que se encontraban a más de los 3 m de ancho establecidos, para obtener una muestra significativa de

residuos que se localizaron en esa zona donde, por lo general, el visitante suele tomar el sol o alimentarse y, por ende, en ocasiones, abandonar residuos.

Posterior a la recolección, se separaron los residuos en las 5 categorías que el protocolo recomienda: vidrio, metal, plástico, celulósico y otros. Se contó la cantidad de piezas de cada tipo de residuo, ya que el indicador se expresa como la cantidad de piezas en 100 m, obteniendo como resultado un porcentaje. Estos residuos se pesaron utilizando una balanza manual, portátil y digital de 50kg/10gr (Figura 4.1). El equipo utilizado en el muestreo se describe en el Cuadro 4.2 y el material utilizado para delimitar se muestra en la Figura 4.2.



Figura 4.1. Balanza manual utilizada para pesar los residuos recolectados

Cuadro 4.2. Descripción de la utilidad o del material utilizado para el muestreo de residuos sólidos

Equipo	Descripción
Balanza manual	Utilizada para pesar los residuos sólidos recolectados
Cinta métrica	Utilizada para medir el área de recolección de residuos sólidos
Cuerda	Permitió delimitar el área de recolección de residuos sólidos
Bolsas biodegradables para residuos	Usadas para colocar los residuos sólidos y posteriormente pesarlos
Etiquetas	Utilizada para etiquetar cada una de las bolsas con residuos sólidos de cada zona
Libreta y lápiz	Permitió apuntar los datos de piezas por cada tipo de residuo, su peso y las observaciones del área estudiada
Aplicación Google Maps	Utilizada para tomar las coordenadas de los transectos muestreados



Figura 4.2. Materiales utilizados para delimitar la zona de muestreo

La primera zona que se visitó fue la costa caribeña del país, entre los días 22 y 24 de octubre del 2021, encontrándose en el segundo periodo del año con estación relativamente seca, según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN, 2006). Se estudiaron dos Áreas: el Parque Nacional Cahuita y el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

El Parque Nacional Cahuita se localiza 42 km al sur de la ciudad de Limón (Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica, 2013a). La ubicación del Parque se muestra en el mapa de la Figura 4.3.

Cahuita está ubicado en la zona Basal Tropical de la Región Atlántica de Costa Rica y puede decirse que ninguna otra Área Silvestre del país protege los recursos de plantas y animales presentes en dicha región. Este Área protege uno de los arrecifes coralinos más desarrollados de la costa caribeña y de los más importantes de Costa Rica (Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica, 2013a).

Es un Parque Nacional único en Costa Rica por su cercana relación con la comunidad, un ejemplo del manejo compartido entre la comunidad y el gobierno, para el desarrollo sostenible a nivel comunal. Se destaca la participación de los guardaparques y salvavidas comunitarios, a través de un manejo de gobernanza compartida (SINAC, 2021a).

En esta zona se realizó un muestreo en la estación de Puerto Vargas y dos en Playa Blanca (Cahuita), ambos lugares marcados con puntos rojos en la Figura 4.3.

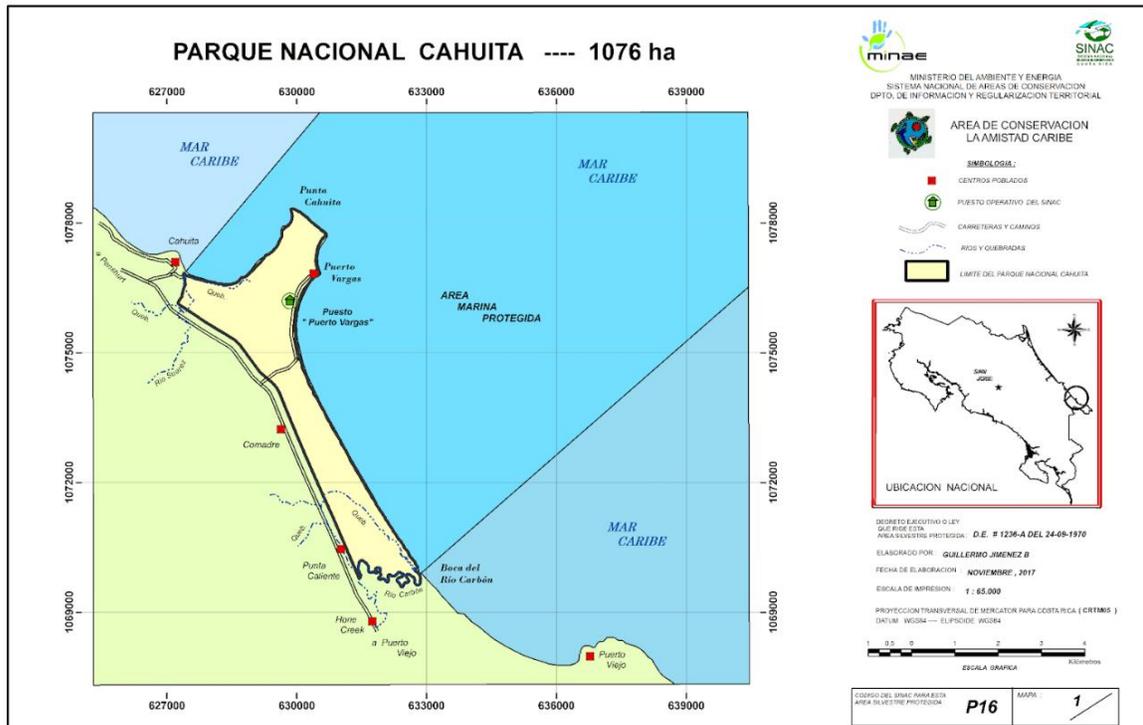


Figura 4.3. Ubicación del Parque Nacional Cahuita en Costa Rica (SINAC, 2022)

En cuanto al Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, se ubica al sureste de la costa Caribe, entre la desembocadura del río Cocles y el río Sixaola, en la provincia de Limón, cantón de Talamanca, distrito de Sixaola (Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica, 2013b). Su ubicación se muestra en el mapa de la Figura 4.4.

Este refugio es de tipo mixto. Sus ecosistemas más importantes son sus playas de arena amarilla y los humedales: pantanos, lagunas, bosques anegados, arrecifes, lechos de plantas fanerógamas marinas y algas. La conservación y manejo sostenible de estos ecosistemas, se lleva a cabo en forma paralela con la participación de las comunidades, ya que este es el eje central de las acciones de manejo en este Refugio (Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica, 2013b).

De este Refugio, se realizó el muestreo en Manzanillo únicamente, marcado con rojo en el mapa siguiente (Figura 4.4).

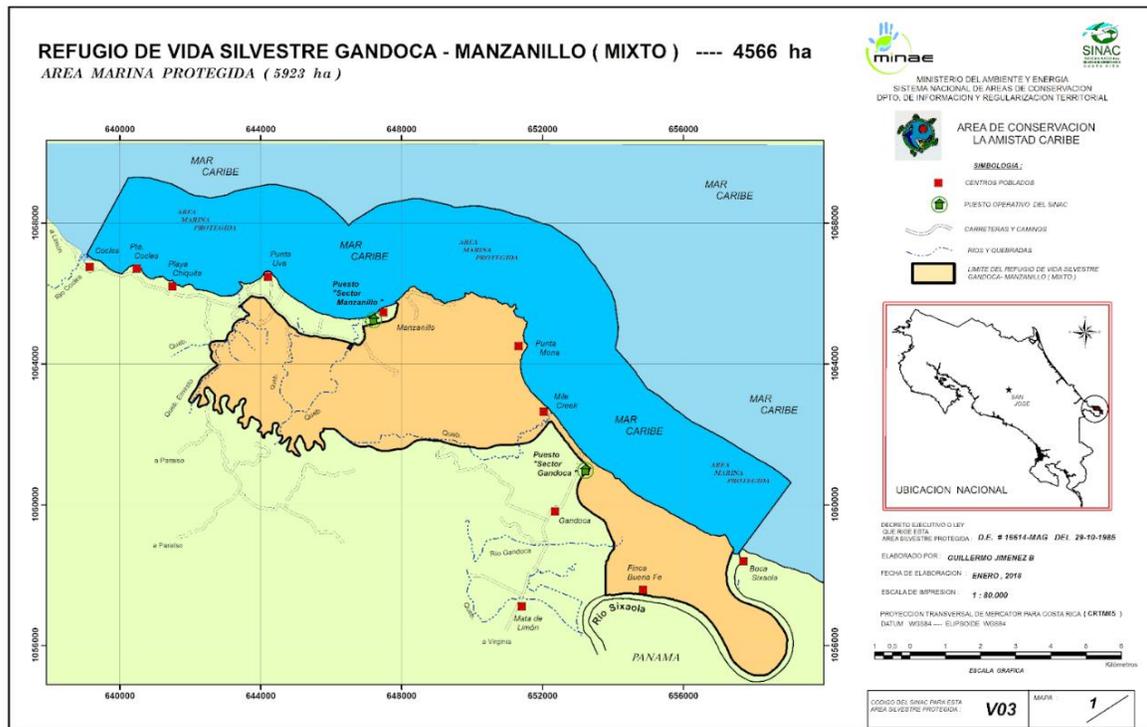


Figura 4.4. Ubicación del Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo (SINAC, 2022)

Posteriormente, se realizó la visita a la zona Pacífica del país, entre los días 19 y 21 de noviembre del 2021. Según el IMN, en el Pacífico, el mes de noviembre es de transición, dejando las lluvias y entrando en la época seca (IMN, 2006). Se visitó la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco (Figura 4.5).

La Reserva se localiza en la península de Nicoya, provincia de Puntarenas, cantón Puntarenas, distrito de Cóbano. Se estableció con el fin de proteger el bosque tropical seco. En 1982, cuando se agrega el Área Marina Protegida, surgen nuevos objetivos de conservación, tales como: proteger la diversidad marina y la Isla de Cabo Blanco, por considerarse refugio y sitio de anidación de aves marinas (Salas et al., 2012).

Las principales amenazas que afectan el entorno marino de la Reserva son: la pesca ilegal dentro de la Reserva, el desarrollo inmobiliario mal planificado, las malas prácticas de turismo y la contaminación por desechos plásticos y tóxicos que llegan a la reserva con las corrientes marinas (Salas et al., 2012).

Para el muestreo en esta AMP, se visitó la playa ubicada en la Estación San Miguel y Playa Cuevas.

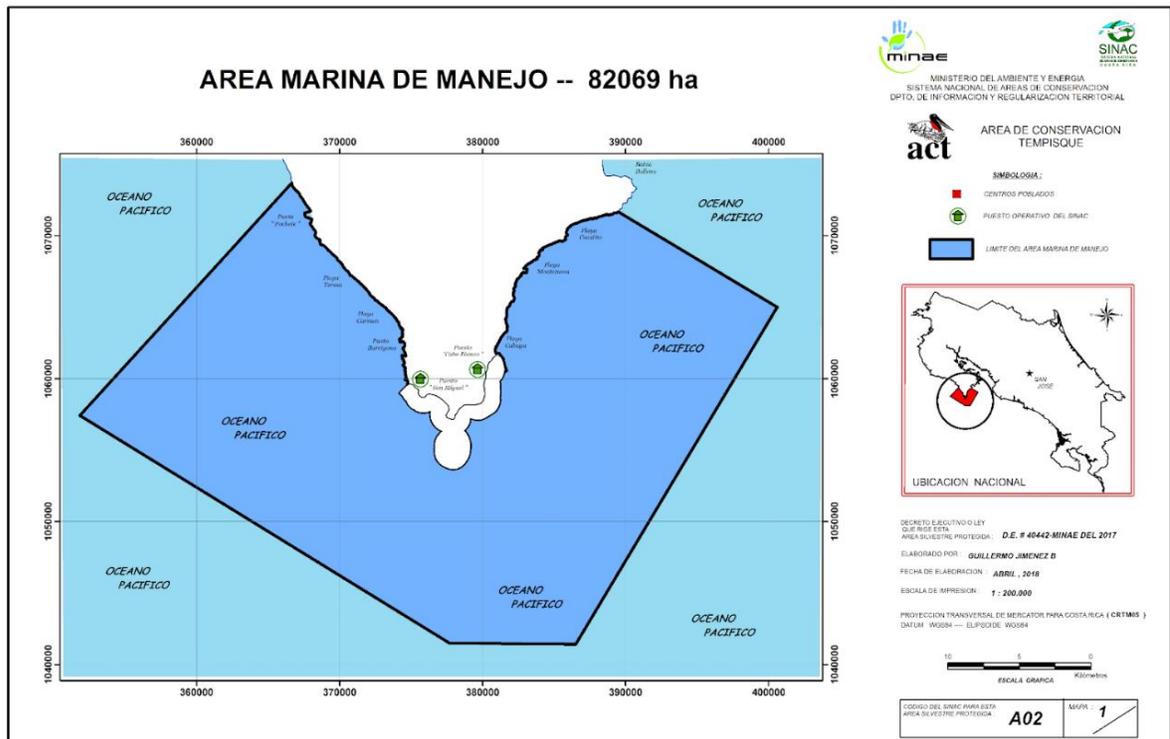


Figura 4.5. Ubicación de la Reserva Natural Absoluta Cabo Blanco (SINAC, 2022)

Cuadro 4.3. Características de los puntos de muestreo de residuos sólidos en Áreas Marinas Protegidas en las zonas Caribe y Pacífico

Zona	Área Marina Protegida	Playa muestreada	Muestreo	Fecha muestreo	Hora muestreo	Coordenadas punto de muestreo	
						Punto a	Punto b
Caribe	Parque Nacional Cahuita	<i>Puerto Vargas</i>	1	22 de octubre del 2021	2:05 pm a 2:45 pm	9°44'14.6"N, 82°48'39.7"O	9°44'18"N, 82°48'40.3"O
		Playa Blanca	1	22 de octubre del 2021	4:05 pm a 4:20 pm	9°44'09.8"N, 82°50'16.7"O	9°44'08.7"N, 82°50'13.3"O
			2	23 de octubre del 2021	10:27 am a 11:00 am	9°44'08.1"N, 82°49'35.2"O	9°44'9.2"N, 82°49'33.5"O
	Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo	Playa Manzanillo	1	24 de octubre del 2021	10:06 am a 10:28 am	9°38'21.5"N, 82°38'51.4"O	9°38'22.2"N, 82°38'52.3"O
Pacífico	Reserva Absoluta Cabo Blanco	Playa Cuevas	1	20 de noviembre del 2021	12:10 am a 12:50 pm	9°35'41.2"N, 85°08'34.4"O	9°35'37.6"N, 85°08'35.3"O
		Playa Estación San Miguel	1	20 de noviembre del 2021	9:55 am a 11:07 am	9°34'40.6"N, 85°08'7.4"O	9°34'39.9"N, 85°08'6.9"O

Cabe mencionar que se intentó visitar el AMP conocida como Reserva Biológica Isla del Caño (Figura 4.6), sin embargo, no se obtuvo el permiso para ingresar y realizar el muestreo correspondiente. En su lugar, se realizó un muestreo adicional de residuos sólidos en Isla Violín, en la playa Caleras, cerca de la Reserva.

Isla Violín pertenece administrativamente al distrito de Sierpe, en el cantón de Osa, provincia de Puntarenas. Es una isla marítimo-fluvial del país centroamericano de Costa Rica, frente al Océano

Pacífico, en la desembocadura del río Sierpe. Posee varios riachuelos y está cubierta de vegetación (EcuRed, 2016). El Cuadro 4.4 muestra las características del punto de muestreo en Isla Violín.

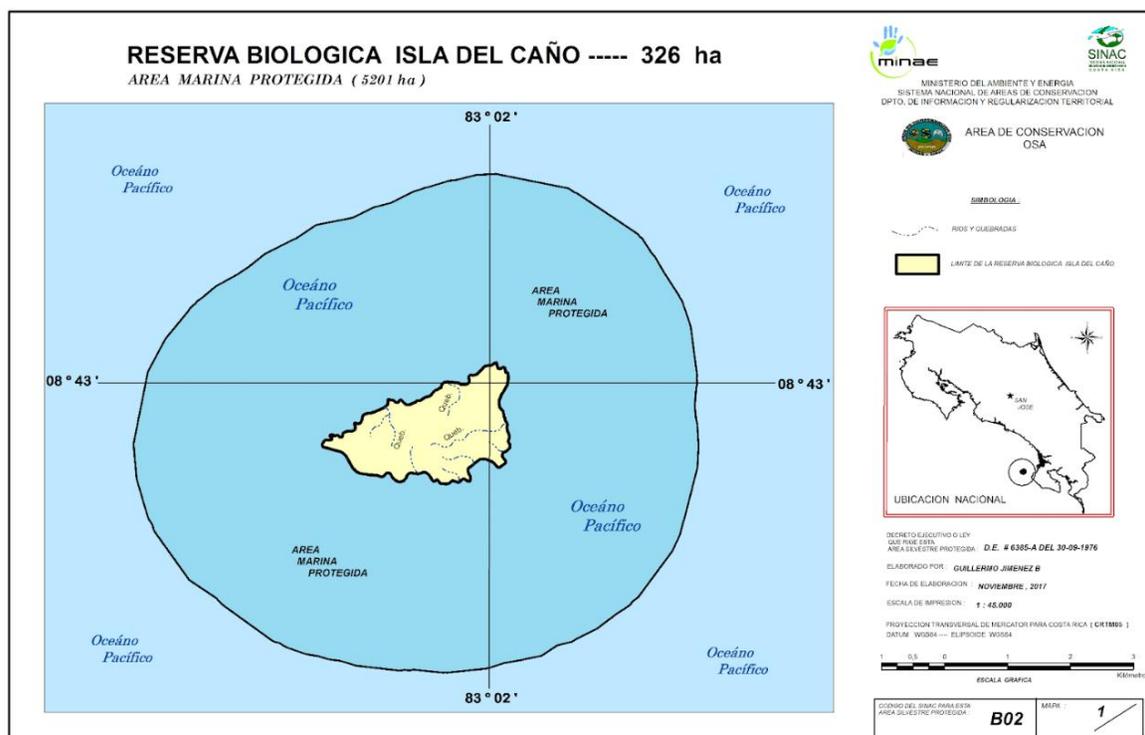


Figura 4.6. Ubicación de la Reserva Biológica Isla del Caño (SINAC, 2022)

Cuadro 4.4. Características del punto de muestreo de residuos sólidos en Isla Violín, Pacífico

Zona	Playa muestreada	Fecha muestreo	Hora muestreo	Coordenadas punto de muestreo	
				Punto a	Punto b
Pacífico	Caleras, Isla Violín	18 de diciembre del 2021	2:05 pm a 2:31 pm	8°49'13.3"N, 83°37'25.4"O	8°49'13.9"N, 83°37'28.9"O

4.4 REGISTROS

Se solicitaron registros de la cantidad de residuos sólidos en arena de las Áreas Marinas Protegidas que han aplicado el indicador de residuos marinos en Playas Arenosas del PRONAMEC, el cual se denota como número 5: *Basura en la playa*, con el fin de analizar los resultados de estos monitoreos en playas arenosas.

Los datos proporcionados por las AMP se podrán incluir en un informe donde se presentan también, los obtenidos en esta investigación permitiendo robustecer el sistema de monitoreo descrito en el PNRM, así como la toma de decisiones a nivel nacional respecto a este tema.

Los datos que fueron facilitados serán parte de un informe entregado al Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente, entes encargados de dicho Plan y, posteriormente, se podrá acceder a los registros mediante la plataforma del SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental de Costa Rica).

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ENCUESTAS APLICADAS

Respecto a las encuestas, se obtuvo respuesta de un 66.7% de las personas consultadas. Algunos encargados se contactaron telefónicamente para solicitar respuesta de la encuesta enviada a su correo. El restante 33.3% de las encuestas no fueron respondidas.

Es importante destacar que, en algunos casos, no se encuentran actualizados, en las páginas oficiales del SINAC, los cargos principales ni los contactos telefónicos de los representantes de algunas AMP.

Las encuestas proporcionaron información importante respecto a la situación de monitoreo de residuos marinos en la playa de cada AMP. Solamente 3 AMP (de las 10 encuestas respondidas) respondieron que han aplicado el protocolo y obtenido el indicador de residuos sólidos del PRONAMEC, es decir, un 30%.

En general, de las Áreas de las que se obtuvo respuesta, está permitido el desarrollo de investigaciones científicas. La mayoría también realiza actividades recreativas como visita de grupos escolares y/o universitarios, además, tienen permitido el turismo acuático (snorkel, nado, kayak, avistamiento de cetáceo). En menor cantidad, tienen permiso de desarrollar turismo terrestre como caminatas, uso de la playa, cabalgatas, entre otros (Figura 5.1). Esto demuestra que existen actividades permitidas en

las Áreas que pueden favorecer que los visitantes dejen mayor cantidad de residuos, con o sin intención.

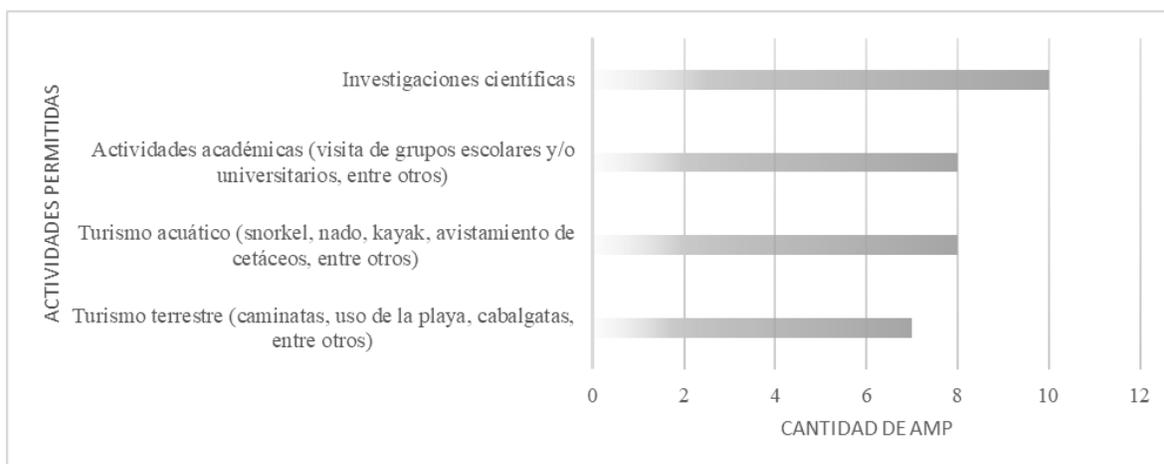


Figura 5.1. Actividades permitidas en las Áreas Marinas Protegidas encuestadas

La mayoría de AMP tienen al menos un contenedor por tipo de residuo: vidrio, plástico, aluminio, papel y cartón, orgánico y para residuos no valorizables, ubicados específicamente en la zona donde se encuentra el puesto administrativo, no en la zona de la playa. En algunas Áreas no existen contenedores o puntos de separación de residuos, ya que esperan que los turistas se lleven los residuos que generaron, con el fin de crear conciencia en el visitante.

Según los encuestados, la mayoría de los residuos sólidos encontrados sobre la arena de la playa, son envases, envoltorios y tapas plásticas, además de artículos personales como sandalias, sombreros y ropa. También, aunque en menor cantidad, envases de vidrio, aluminio, colillas de cigarro, envoltorios de papel y artes de pesca, tales como cuerdas y redes, boyas y anzuelos (Figura 5.2). Estos residuos, en su mayoría, no son resultado de una mala gestión de residuos del turismo, sino que son producto del arrastre y diferencia de corrientes marinas que depositan los residuos sólidos en la zona de la playa o debido a desembocaduras de ríos. Otros, en menor cantidad, opinaron que los residuos sólidos en el Área son producto de las poblaciones cercanas y una mala gestión de estos (Figura 5.3).

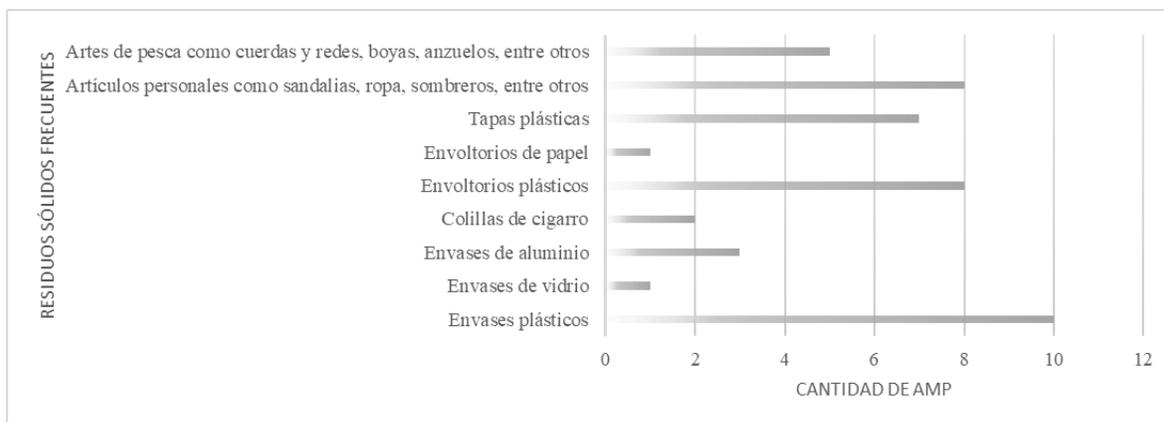


Figura 5.2. Residuos sólidos frecuentemente encontrados en las Áreas Marinas Protegidas encuestadas

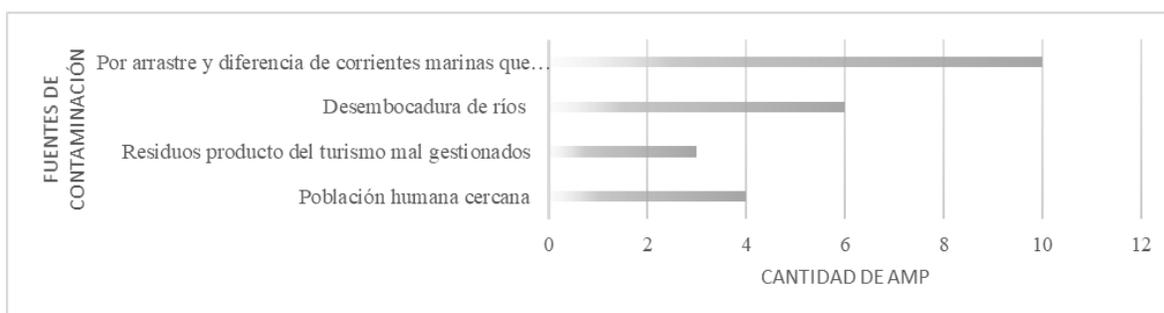


Figura 5.3. Fuentes de contaminación de residuos marinos en las Áreas Marinas Protegidas encuestadas

Según la encuesta, 5 de los encargados respondieron que su AMP no posee un Plan General de Manejo (PGM) vigente (un 50%). En algunas de estas Áreas, se encuentra como borrador, no está aprobado, oficializado o actualizado. Como se mencionó anteriormente, es importante que las ASP sigan y mantengan vigente el PGM. El restante 50%, sí tienen actualizado y vigente el PGM correspondiente a su Área.

Como se mencionó anteriormente, respecto al indicador estudiado, solo 3 de 10 indican aplicarlo. La mayoría aplica otros protocolos del PRONAMEC como: monitoreo para Playas Rocosas, para Anidación de Tortugas Marinas y para Formaciones Coralinas (Figura 5.4). El protocolo para monitoreo de residuos sólidos en Playas Arenosas se ha aplicado más en época lluviosa, según la encuesta (Figura 5.5), sin embargo, los datos no se han utilizado en un plan de mejora ya que no se

han analizado los resultados obtenidos. Por último, de las Áreas que poseen datos, pocos los reportan a alguna entidad, en otras no es abierta al público ni la reportan.

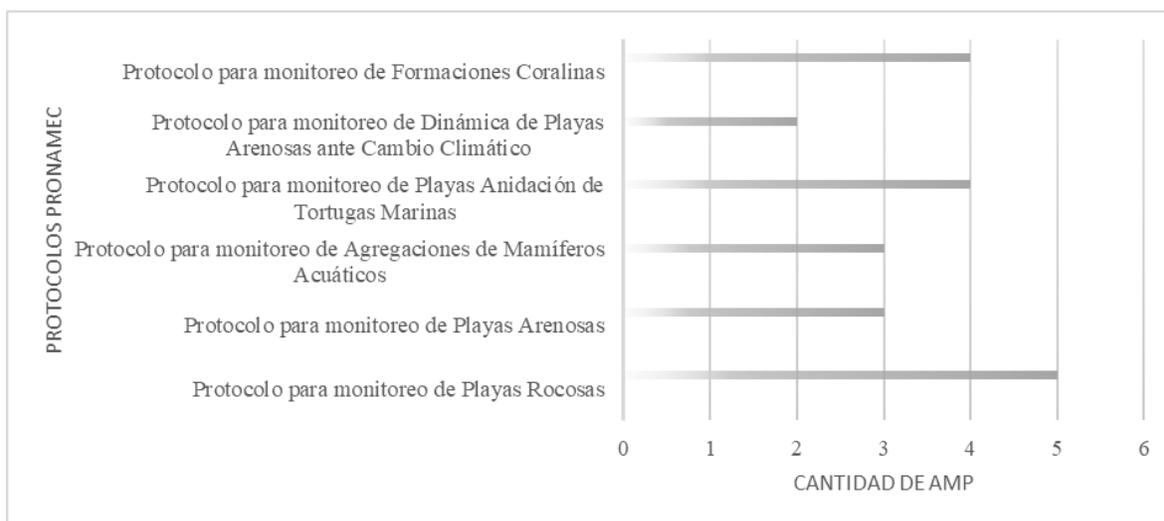


Figura 5.4. Aplicación de protocolos PRONAMEC en las Áreas Protegidas Marinas encuestadas

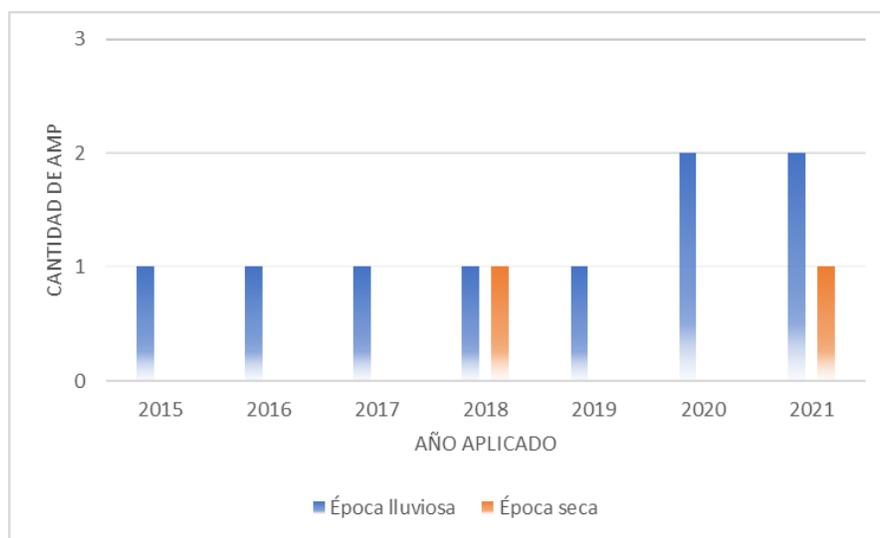


Figura 5.5. Épocas de aplicación del indicador de residuos sólidos en Playas Arenosas del PRONAMEC en las Áreas Protegidas Marinas encuestadas, entre el 2015 y el 2021

La razón principal de no aplicar el indicador de residuos sólidos para Playas Arenosas es por falta de personal que tome muestras, ya que no se le asigna la tarea a algún guardaparques del Área o a una

persona externa porque no existe presupuesto suficiente para cubrir el pago correspondiente. Existe una alianza público-privada entre el SINAC y la Asociación Costa Rica por Siempre (ACRXS) (Asociación Costa Rica por Siempre, 2021). Históricamente el ACRXS ha contribuido en fortalecer al PRONAMEC (Asociación Costa Rica Por Siempre, 2021). Para el 2021, las organizaciones aliadas ejecutaron 58 proyectos, lo que implicó una inversión de \$1748539. Este Programa está formado por proyectos de conservación marino-costera (Fidecomiso Costa Rica por Siempre) y de conservación terrestre (II Canje de Deuda por Naturaleza entre Estados Unidos y Costa Rica) (Asociación Costa Rica Por Siempre, 2022). Hacia el año 2022 las fuentes de financiamiento que apoyan al SINAC, a través del ACRXS, continuarán con el desarrollo de proyectos en las 32 Áreas Silvestres Protegidas terrestres y 15 marino-costeras priorizadas con una inyección presupuestaria externa, producto de la alianza público-privada por más de \$1.2 millones (Asociación Costa Rica Por Siempre, 2021).

Sin embargo, desde el último informe 2021, ninguno de los proyectos o protocolos se relacionan al monitoreo de residuos sólidos en AMP. Esta situación podría ser solventada mediante la toma de muestras de residuos sólidos en las actividades de esta asociación o capacitar a guardaparques del Área para realizarlo. También, se podría aprovechar la aplicación del indicador durante las campañas de limpieza que se realizan en algunas Áreas, con el apoyo de los voluntarios.

Además, en la encuesta aplicada, algunos encargados de las AMP indican que hay otras actividades consideradas más importantes en el Área que monitorear los residuos sólidos, o que este no se había considerado por parte de la administración del Área.

También, en algunas Áreas encuestadas, se aplican otros tipos de monitoreo no ecológicos, pero necesarios para los estudios de capacidad de carga de las ASP, como el monitoreo de Flujo de Visitantes del SINAC. Según el SINAC (2015) el manejo de visitantes es un concepto que incorpora el grado en el cual los visitantes son regulados y controlados, al igual que el nivel de información y los servicios proveídos para su disfrute. El grado de presencia o ausencia del manejo explícito de visitantes influencia la experiencia de estos. Cuando las ASP permiten uso por parte de visitantes, adquieren la responsabilidad de garantizar la conservación de los recursos naturales y culturales y, a la vez, la calidad de las experiencias de los visitantes a las áreas (SINAC, 2015b).

Este control de visitantes puede ser útil para el monitoreo de residuos sólidos, estudiando la relación que puede existir entre la cantidad de personas que ingresan y los servicios del Área que utilizan, y la cantidad de residuos sólidos que se generaron en el AMP.

Además, en una de las AMP se aplica el monitoreo basado en la Red ReCiBa ("Red de Científicos de la Basura del Pacífico"), el cual es un programa de ciencia ciudadana integrado por investigadores, escolares, profesores y colaboradores, de los países de la costa Pacífica de América Latina, quienes aplican el método científico para estudiar el problema de los residuos en la costa, como también proponer acciones para enfrentar esta importante problemática socioambiental. Según la página oficial del programa, durante los años 2018-2020, esta red de científicos(as) y escuelas amplió sus metodologías de investigación de los residuos marinos a otros países del Pacífico Este de América Latina, para tener una visión regional del problema que permita proponer las soluciones más pertinentes de acuerdo con la situación y realidad cultural de cada país (ReCiBa, 2022).

Según el encargado del AMP, se encuentran esperando apoyo de más personas que colaboren con la toma de datos en el Área a través del voluntariado y del apoyo de grupos educativos (Díaz, 2022).

5.2. VISITAS Y MUESTREO

Las visitas a campo colaboraron en el entendimiento de las posibles barreras y carencias, que enfrenta el personal del SINAC para realizar el monitoreo de residuos sólidos en las Áreas Marinas Protegidas, además, posibilitar la retroalimentación por parte de los encargados. Con lo anterior se pudo obtener información valiosa que permitió enriquecer las mejoras al PNRM en las AMP.

El Cuadro 5.1 muestra de forma resumida los muestreos y la cantidad de residuos sólidos en la playa por Área visitada. En el Anexo 8.3, se muestra el peso de cada tipo de residuo sólido (en unidades de kg) para cada una de las AMP.

En la zona del Caribe se determinó que no se ha realizado monitoreo de residuos marinos, tanto en el Parque Nacional Cahuita como en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

En el Parque Nacional Cahuita, los recursos marinos protegidos se encuentran en un proceso de deterioro causado por la gran cantidad de residuos y contaminación por agroquímicos, que arrastra el río La Estrella y que son depositados por las corrientes marinas sobre el arrecife de coral (Áreas Protegidas y Parques Nacionales de Costa Rica, 2013a), y que podrían causar también la llegada de residuos a la zona arenosa de las playas de esta AMP.

En la zona de Puerto Vargas, que pertenece a este Parque, cuando se realiza el cierre en horas de la tarde, el guardaparques encargado recoge los residuos a su vista, sin embargo, no hay registro de estos, ni es una práctica regulada o sigue algún procedimiento específico (Fallas, 2021).

Como se observó en el muestreo, el estereofón está presente en la playa (Figura 5.6), posiblemente por influencia de las bananeras cercanas que lo utilizan en el empaçado (Fallas, 2021). Según Blanco (2015), las plantaciones bananeras y piñeras, son las principales actividades productivas en la región Atlántico/Caribe, realizan una apropiación intensiva del medio natural, a la vez que excretan desechos a un nivel tan elevado que sobrepasan la capacidad de reciclaje y asimilación por parte de la naturaleza, afectando directamente las ASP. En esta zona, se encontraron residuos de vidrio, metal, plástico y otros (Anexo 8.4).

Según la clasificación del indicador de residuos sólidos para Playas Arenosas del PRONAMEC (Figura 3.8), esta playa tiene una clasificación de limpia, considerando la percepción y cantidad de residuos encontrados. Las condiciones de playa son óptimas, hay pocos residuos de origen humano, aunque, cabe destacar, que es importante clasificar la percepción de la playa durante el monitoreo para percibir un aumento o descenso de los residuos sólidos en el Área.

Cuadro 5.1. Cantidad de piezas de residuos sólidos en 100 m en cada una de las AMP visitadas

Zona	Área Marina Protegida	Playa muestreada	Muestreo	Fecha muestreo	Hora muestreo	Piezas en 100 m				
						Vidrio	Metal	Plástico	Celulósico	Otros
Caribe	Parque Nacional Cahuita	Puerto Vargas	1	22 de octubre del 2021	2:05 pm a 2:45 pm	5	1	27	0	1
		Playa Blanca	1	22 de octubre del 2021	4:05 pm a 4:20 pm	0	0	67	17	11
			2	23 de octubre del 2021	10:27 am a 11:00 am	3	0	51	0	2
	Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo	Playa Manzanillo	1	24 de octubre del 2021	10:06 am a 10:28 am	3	2	34	4	3
Pacífico	Reserva Absoluta Cabo Blanco	Playa Cuevas	1	20 de noviembre del 2021	12:10 am a 12:50 pm	0	4	78	2	4
		Playa Estación San Miguel	1	20 de noviembre del 2021	9:55 am a 11:07 am	2	0	456	12	18



Figura 5.6. Muestra de estereofón de Puerto Vargas, Parque Nacional Cahuita

En Playa Blanca, perteneciente a la misma zona marina protegida de Cahuita, ocurre una situación parecida a Puerto Vargas, con la diferencia de que en esta playa toman fotografías de los residuos recolectados al final de cada jornada y se envían a la dirección del SINAC, sin embargo, los guardaparques que realizan esta tarea no tienen claro si esta información se registra oficialmente y si estos datos se analizan para tomar acciones al respecto (Sabayo, 2021).

También, el guardaparques Sabayo (2021) indicó que hay influencia de playas cercanas donde hay gran contaminación por residuos sólidos debido a las corrientes marinas que se han creado posterior a la construcción del muelle en APM Terminals Moín, que arrastran dichos residuos sólidos.

En cuanto a la aplicación del protocolo PRONAMEC de Playas Arenosas, una guardaparques del Área indicó que se requiere una autorización o una directriz de la dirección del SINAC para desarrollarlo, es decir, no tienen autoridad de hacerlo por su cuenta (Cortés, 2021), sin embargo, el equipo de planificación de cada Área es el responsable de diseñar, coordinar y elaborar el plan general de manejo del ASP bajo el total liderazgo de la Administración del ASP (SINAC, 2013), donde se incluyen las AMP.

En esta AMP, el ICT ha realizado un monitoreo de residuos sólidos cada 2 meses, como parte de las tareas que deben realizar para mantener el galardón del PBAE, del cual poseen 5 estrellas. No obstante, hace varios meses que no lo realizan, posiblemente debido a la pandemia por COVID-19 (Cortés, 2021), sin embargo, se observó una falta de comunicación o interés por los resultados de dichos muestreos.

Para aplicar el protocolo en esta playa, se realizaron 2 muestreos. Del primer muestreo se obtuvo una cantidad mayor de residuos sólidos, tales como plástico de varios tipos (Figura 5.7), incluyendo cuerdas de pesca (Figura 5.8); residuos celulósicos y otros (Anexo 8.4); comparado con el segundo muestreo. Esto pudo deberse a la hora de ejecución del primero, ya que era la hora de cierre y quedaron los residuos de todo un día completo de jornada. Del segundo muestreo se esperaba mayor cantidad de residuos, ya que se tomó cerca de una desembocadura del río Suárez que se sitúa en la playa, sin embargo, la cantidad de residuos fue menor (ver el Cuadro 5.1 de cantidades), evidenciando que no hay tanta influencia de esta desembocadura en la cantidad de residuos sólidos que arriban.



Figura 5.7. Muestreo de plástico en Playa Blanca, Parque Nacional Cahuita



Figura 5.8. Muestreo de plástico (cuerdas de pesca) en Playa Blanca, Parque Nacional Cahuita

Según la clasificación del indicador de residuos sólidos para Playas Arenosas del PRONAMEC (Figura 3.8), esta playa tiene una clasificación de limpia, según la percepción y cantidad de residuos encontrados, a pesar de que la cantidad es mayor en este sector que en la estación Puerto Vargas. Las condiciones de playa siguen siendo óptimas ya que hay pocos residuos de origen humano, aunque, cabe destacar, que es importante clasificar la percepción de la playa durante el monitoreo para percibir un aumento o descenso de los residuos sólidos en el Área.

La situación es similar en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo. Se recogen residuos al finalizar las jornadas de trabajo, pero no se lleva ningún registro. Cabe mencionar que en esta zona no hay contenedores para separación de residuos no valorizables ni para residuos valorizables, para evitar así que los animales presentes en el lugar se alimenten de ellos, además de impedir que los visitantes dejen sus residuos en el Área (Cruz, 2021). Esta zona cuenta con rotulación en varios puntos que indica que cada visitante debe llevar sus propios residuos para crear conciencia. Además, no hay un buen servicio de recolección de residuos no valorizables por parte de la municipalidad correspondiente, mencionó una guardaparques del sitio (Cruz, 2021).

El plástico fue el residuo más encontrado en Playa Manzanillo (Figura 5.9), seguido de materiales celulósicos, vidrio, metal y otros (Anexo 3.4). Según la clasificación del indicador de residuos sólidos para Playas Arenosas del PRONAMEC (Figura 3.8), esta playa tiene una clasificación de limpia, considerando la percepción y cantidad de residuos encontrados. Las condiciones de playa son óptimas, hay pocos residuos de origen humano, aunque, como se ha mencionado anteriormente, es importante clasificar la percepción de la playa durante el monitoreo para percibir un aumento o descenso de los residuos sólidos en el Área.

indicador de residuos sólidos para Playas Arenosas del PRONAMEC (Figura 3.8), estas dos playas podrían clasificarse como regulares, según la percepción y cantidad de residuos encontrados. En comparación con las Áreas del Caribe, existe una mayor cantidad de residuos sólidos sobre todo de materiales plásticos. De igual forma es importante clasificar la percepción de la playa durante el monitoreo para percibir un aumento o descenso de los residuos sólidos en el Área.



Figura 5.10. Muestreo de plástico en la estación San Miguel, Reserva Absoluta Cabo Blanco.



Figura 5.11. Muestreo de plástico en Playa Cuevas, Reserva Absoluta Cabo Blanco.

En el sector San Miguel también se encontró gran cantidad de residuos celulósicos, sobre todo madera (Figura 5.12). En el mes de agosto del año 2021, una embarcación tipo yate, de aproximadamente 50 pies, chocó en este sector, dejando restos importantes del naufragio en la zona (CRHoy, 2021b), por lo que la gran cantidad de residuos de madera encontrados se pueden relacionar a este suceso (Figura 5.13). Es importante destacar que las grandes piezas de madera no fueron contempladas ni pesadas en el resultado final ya que sobrepasaban 1 m² que indica el protocolo.



Figura 5.12. Muestras de residuos celulósicos madera en sector San Miguel, Reserva Absoluta Cabo Blanco



Figura 5.13. Accidente de embarcación en sector San Miguel, Reserva Absoluta Cabo Blanco (CRHoy, 2021b)

Con respecto al interés de realizar un muestreo en el Pacífico sur, especialmente en la Reserva Biológica Isla del Caño, se realizaron las solicitudes respectivas, pero no se logró obtener un permiso de acceso por parte de la administración, para identificar los residuos sólidos en la playa. Por lo anterior, se realizó un muestreo en Playa Caleras en Isla Violín, la cual es muy cercana a la Reserva antes mencionada. El Cuadro 5.2 muestra la cantidad de residuos sólidos (número de piezas/100 m)

para esta playa. En el Anexo 8.3 se encuentra el peso (kg) de cada uno de los residuos encontrados en esta playa.

Se observaron residuos de mayor tamaño producto de la actividad turística de la zona. La Figura 5.14 evidencia algunos residuos plásticos encontrados en mayor cantidad. El Anexo 8.3 muestra otros residuos sólidos encontrados en Playa Caleras.

Cuadro 5.2. Cantidad de piezas de residuos sólidos en 100 m en Playa Caleras, Isla Violín

Playa muestreada	Muestreo	Piezas en 100 m				
		Vidrio	Metal	Plástico	Celulósico	Otros
Playa Caleras	1	5	2	39	0	5



Figura 5.14. Muestra de residuos plásticos en playa Caleras, Isla Violín

5.3. APLICACIÓN DEL INDICADOR RESIDUOS SÓLIDOS EN PLAYAS ARENOSAS

Se logró determinar inicialmente que 3 AMP han aplicado el indicador de residuos sólidos del PRONAMEC para Playas Arenosas (Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, Parque Nacional Marino Las Baulas y la Reserva Biológica Isla del Caño).

Se obtuvo respuesta, ante la solicitud de datos, del Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, la cual realizó un monitoreo durante todo el año 2021, obteniendo datos tanto en la época lluviosa como en la época seca. La Figura 5.15 indica la ubicación de esta AMP y el Cuadro 5.3 muestra las principales características de los puntos muestreados en este Refugio.



Figura 5.15. Ubicación del Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala (SINAC, 2022)

Cuadro 5.3. Características de los puntos de muestreo de residuos sólidos en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, Pacífico (Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, 2022)

Sitio de muestreo	Muestreo	Época	Hora	Punto E	Punto N
Backyard	Marzo	Seca	4:05 p.m	433725	1058722
	Junio	Lluviosa	7:45 a.m	433725	1058722
	Septiembre	Lluviosa	-	433725	1058722
	Diciembre	Lluviosa	10:30 a.m.	433725	1058722
Bowie's Point	Marzo	Seca	4:10 p.m	433480	1058956
	Junio	Lluviosa	7:27 a.m	433480	1058956
	Septiembre	Lluviosa	9:00 a.m	433480	1058956
	Diciembre	Lluviosa	9:35 a.m	433480	1058956
Vivero Punta Mala	Marzo	Seca	5:00 p.m	440823	1058228
	Junio	Lluviosa	5:00 p.m	440823	1058228
	Septiembre	Lluviosa	-	440823	1058228
	Diciembre	Lluviosa	10:45 a.m	440823	1058228

Los resultados de los muestreos en esta zona se encuentran en el Cuadro 5.4. Se observó que el residuo mayormente reportado es el plástico, similar a las zonas que se muestrearon durante las visitas, y otros residuos como cartón y papel y el estereofón. El Anexo 8.3 contiene la cantidad (en kg) de los residuos sólidos muestreados por el Área durante el año 2021.

Además, se observó un incremento de residuos en los 3 puntos que el Área ha muestreado durante la época seca (mes de marzo), esto puede ser debido a que la visitación turística en esa época es mayor. No obstante, la percepción del muestreador respecto a la playa se mantiene como limpia a moderadamente limpia.

Cuadro 5.4. Cantidad de piezas de residuos sólidos en 100 m en el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala (Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala, 2022)

Sitio de muestreo	Muestreo	Piezas en 100 m								
		Plástico	Aluminio	Papel/ Cartón	Vidrio	Tetrapack	Colillas	Estereofón (Polietileno)	Hule	Textil
Backyard	Marzo	48	1	22	0	0	0	4	0	0
	Junio	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Septiemb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diciemb	3	4	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		52	5	22	0	0	0	4	0	0
Bowie's Point	Marzo	4	0	2	0	0	5	0	2	0
	Junio	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	Septiemb	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Diciemb	7	0	3	1	0	0	1	0	1
TOTAL		17	0	5	1	0	6	1	2	1
Vivero Punta Mala	Marzo	25	0	0	0	0	0	29	0	0
	Junio	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Septiemb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Diciemb	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		29	0	0	0	0	0	29	0	0

A pesar de tener un planeamiento estructurado, de obtener datos y gráficos importantes producto de los muestreos de residuos sólidos en el Refugio, los resultados no se han analizado ni se han utilizado para la toma de acciones con el fin de mejorar el indicador ni la percepción de las playas.

Es importante mencionar que, en la encuesta, el Parque Nacional Marino Las Baulas indicó que aplicaba el indicador de residuos sólidos del PRONAMEC para Playas Arenosas, sin embargo, al momento de solicitar los datos se percataron que no era el protocolo que aplicaban, por lo tanto, no existe reporte de datos de residuos sólidos en dicha Área.

También, la Reserva Biológica Isla del Caño indicó en la encuesta que aplicó dicho indicador en el año 2018, no obstante, no se obtuvo respuesta de la solicitud de los datos.

En resumen, de las 10 encuestas recibidas, 9 AMP no aplican el indicador o no se obtuvo respuesta ante la solicitud de los datos, y 1 AMP lo ha aplicado.

Por último, es importante mencionar que el Parque Nacional Isla del Coco, no ha aplicado el indicador estudiado, sin embargo, en este periodo se encuentran en proceso de oficialización de un protocolo de manejo de monitoreo y clasificación de residuos marinos como parte del Plan de Manejo de Recursos Naturales del Parque Nacional Isla del Coco (Herrera, 2022), el cual toma en cuenta residuos tanto en la superficie como en el mar, siguiendo los estándares presentados para el monitoreo y clasificación de residuos marinos de los protocolos de monitoreo del PRONAMEC actualizados según el Plan Nacional de Residuos Marinos (Cambra, 2022). Han elaborado un documento Excel de forma rigurosa y detallada para dar seguimiento a los residuos que llegan al Parque.

5.4 PROPUESTA DE MEJORAS PARA MONITOREO AMBIENTAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN PLAYAS ARENOSAS DE AMP

Según otras metodologías de monitoreo y toma de muestras de residuos sólidos en playas, vistas anteriormente, el protocolo del PRONAMEC para Playas Arenosas, toma en cuenta aspectos importantes que deben considerarse a la hora de muestrear y monitorear, como, por ejemplo, la temporalidad del monitoreo (época seca y lluviosa), la frecuencia del monitoreo, la hora adecuada para la toma de muestras en la playa arenosa y la espacialidad.

Sin embargo, la categorización de los residuos sólidos del protocolo es deficiente. No se incluye una categoría de residuos sólidos mayores a 1 m³, por ejemplo: partes de vehículos, electrodomésticos, etc., que se puedan encontrar en las playas. No se incluye una categoría para residuos potencialmente peligrosos, como el protocolo propuesto por el Índice de Calidad de Playas Turísticas (ICAPTU) utilizado en Colombia (GISISCO, 2018) (Figura 3.4). Además, la categoría de “otros” incluye

muchos tipos de residuos que se podrían documentar en categorías distintas, por ejemplo: textiles, colillas de cigarro, cerámica, hule, entre otros.

Existe una nueva categorización de residuos sólidos que se propone en el PNRM 2021-2030, mostrado en la Figura 5.16, que posee una categorización más amplia que permite mejorar el conocimiento de los residuos que se encuentran en cada AMP.

Categoría	Descripción de elementos
Plásticos asociados a pesca	Boyas plásticas, líneas de monofilamento, líneas de multifilamento, redes plásticas, señuelos artificiales, otros
Plásticos asociados a productos de consumo	Botellas, empaques de alimentos plásticos, pajillas, utensilios de alimentos de un solo uso, cigarrillos, otros
Plásticos asociados al uso cotidiano	Bolsas plásticas, encendedores, empaques de estereofón, cajas plásticas, recipientes plásticos, juguetes plásticos, otros
Plástico particulado	Piezas plásticas, fragmentos plásticos de objetos no identificables, trozos de estereofón
Caucho	Botas, llantas, globos, balones, calzado, otros
Tela	Ropa, sábanas y otros
Papel y Cartón	Bolsas de cartón, paquetes de cigarrillos, revistas y hojas de cartón entre otros
Madera	Cajas, madera procesada (menor a 0.5 metros), otros
Metal	Botellas, aerosoles, latas de bebidas, latas de comida
Vidrio	Bombillos, botellas, otros
Cerámica	Macetas, utensilios de cocina, losas de piso o fachadas y tejas
Implementos sanitarios y médicos	Condones, pañales, aplicadores, tampones, toallas femeninas, jeringas y artículos médicos entre otros
Otros	Tetrapak, juguetes, partes de aparatos eléctricos y electrodomésticos, baterías, otros

Figura 5.16. Propuesta de clasificación según categorías para residuos sólidos de origen antropogénico (Ministerio de Salud, 2021)

Además, es importante que exista una estandarización de la categorización de residuos sólidos en todos los PRONAMEC y estandarizar las unidades métricas contempladas en la evaluación del indicador (Ministerio de Salud, 2021), ya que como se demostró en la encuesta aplicada, muchas AMP aplican protocolos del PRONAMEC diferentes al de Playa Arenosa, que no incluyen indicador de residuos sólidos, y resultaría beneficioso contar con datos de este indicador en las demás categorías (Playa Rocosa, Anidación de Tortugas Marinas, Formaciones Coralinas, etc.) para cuantificar el estado de los residuos sólidos en los diversos ecosistemas presentes en el país, los cuales podrían ser comparados a su vez entre sí (Ministerio de Salud, 2021).

El protocolo PRONAMEC para Playas Arenosas indica que se debe tomar una muestra en el límite del Área Protegida, otra fuera del Área y otra dentro. Podría ser de gran utilidad, para obtener mayor cantidad de datos y que las muestras sean aún más representativas, delimitar transectos de muestreo con medidas de 50 m o 100 m entre cada punto de muestreo como se realiza en el Índice de Calidad de Playas Turísticas (ICAPTU) (Pertuz & Vizcaíno, 2020), para obtener datos realmente representativos de toda la zona de arenosa del AMP, de la zona fuera del AMP y de la que se encuentra al límite. Si la playa o zonas son muy pequeñas, la separación entre puntos de muestreo queda a criterio del muestreador, abarcando toda la longitud de la playa y zonas. Tal como lo realiza el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala para la toma de muestra dentro del AMP, tomando un punto a cada extremo de la playa y otro en el medio.

De igual forma, podría ser beneficioso aplicar la metodología de marcado de transecto del protocolo SANDWACTH, ya que de esa forma abarcaría las diferentes zonas de la playa, desde la entrada de la playa, la zona donde los visitantes toman el sol o se alimentan (zona de reposo), la zona de caminata (zona activa) y también, la orilla del mar (zona de bañistas) (ver la Figura 3.3 de zonas en playas turísticas).

Por otro lado, según el PNRM, es importante tener una estrategia unificada para la recopilación de información de los residuos sólidos, por tipo de residuo, con el fin de que puedan compararse entre AMP y que sirva para toma de decisiones a nivel nacional, por lo que se debe elaborar, implementar y mantener una aplicación electrónica (herramienta tecnológica) que facilite la incorporación de la información recopilada y que permita monitorear los resultados (Ministerio de Salud, 2021).

Además, importante es tener una plataforma tecnológica que permita el acceso a los estudios realizados, que puedan ser utilizados para el desarrollo de estudios científicos y universitarios, y para la toma de decisiones a nivel nacional en el tema de residuos marinos, y tener una red de actores que fiscalicen los datos elaborados (Ministerio de Salud, 2021), como lo es la plataforma nacional llamada Sistema Nacional de Información Ambiental de Costa Rica (SINIA) del MINAE, que ha sido oficializada para el almacenamiento de datos de residuos marinos, ya que es una plataforma de coordinación y vinculación institucional y sectorial del Estado que facilita la gestión y distribución del conocimiento de la información ambiental nacional (Decreto N° 37658) (Poder Ejecutivo, 2013).

Como parte de la información recolectada, se puede evidenciar la importancia del monitoreo ambiental de residuos sólidos marinos en las AMP. Mejorar el sistema es indispensable para que el monitoreo sea una actividad de primera línea en los PGM y que se pueda incluir en los proyectos de biodiversidad como un indicador que afecta directamente a esta.

Cabe destacar que algunas Áreas mencionaron que debían obedecer a una directriz previa de la dirección del SINAC para aplicar el indicador de residuos sólidos del PRONAMEC de Playas Arenosas, sin embargo, como se mencionó anteriormente, cada una de las Áreas es encargada de diseñar su propio PGM, por lo tanto, parece no haber una comunicación efectiva que logre una toma de decisiones consensuadas entre todos los funcionarios y funcionarias de una ASP.

Como lo menciona la Guía para el Diseño y Formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica, las AMP deben recopilar información básica del AMP (legal, biofísica, socioeconómica e institucional), incluyendo la situación de residuos sólidos en la zona. Deben definir un equipo de planificación que incluya a todos los funcionarios del Área Silvestre Protegida y de las unidades funcionales del AC que tienen una relación vinculante con la gestión del ASP. También definir una ruta metodológica (preparar un plan de trabajo y definir las metodologías a utilizar), definir el calendario, el enfoque de desarrollo y el nivel de participación de los grupos de interés en cada una de las etapas de la planificación, de acuerdo con los productos y resultados esperados, incluyendo lo referente al monitoreo de residuos sólidos en el AMP. Y, por último, definir el alcance espacial, temporal, las actualizaciones y revisiones del PGM (SINAC, 2013).

Aunado a esto, las AMP deberían elaborar un informe por año, incluyendo las mediciones del indicador de residuos sólidos de cada 3 meses, según lo indica el protocolo, con el fin de evaluar el proceso y los resultados obtenidos, y poder así proponer y realizar mejoras. Este informe deberá ser presentado al equipo de planificación del PGM y los actores sociales clave relacionados con la gestión del ASP. Estos actores clave son aquellas personas o grupos, públicos o privados, que tienen influencia en la implementación o no implementación de las actividades contempladas en el PGM (SINAC, 2013).

Por último, durante las visitas a las diferentes Áreas, algunas de estas tenían un fuerte interés por educar al visitante. La Figura 5.17 y 5.18 muestra una rotulación educativa sobre residuos sólidos que puede ser de gran ayuda para disminuir la cantidad de estos creando conciencia en el turista y que la playa se clasifique y mantenga como una playa limpia.



Figura 5.12. Mensaje “¿Y si en vez de conchas recogemos basura?” ubicado en la Reserva Absoluta Cabo Blanco.



Figura 5.13. Mensaje “Deja sólo tus huellas” ubicado en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

La contaminación por residuos sólidos es evidente en las costas, incluso en las zonas que han sido declaradas Áreas Protegidas. Muchas de estas, a pesar de los esfuerzos, siguen recibiendo residuos que, llegan de fuentes terrestres, otras que abandonan los turistas, producto de las actividades comerciales de la zona y por arrastre de corrientes marinas.

Las playas muestreadas en el Pacífico presentan mayor cantidad de residuos sólidos que las muestreadas en el Caribe, sin embargo, es importante aplicar el indicador en más AMP para tener un panorama más amplio y certero respecto a la cantidad de residuos. En las Áreas muestreadas del Caribe la clasificación es de limpia, considerando la percepción y cantidad de residuos encontrados, mientras que en las Áreas muestreadas del Pacífico es de regular.

En algunas Áreas Protegidas no se encuentra el Plan General de Manejo actualizado. Estos PGM son indispensables porque permiten definir una ruta metodológica de los indicadores a aplicar, incluyendo el de residuos sólidos, también porque permiten definir el calendario de aplicación, el enfoque de

desarrollo y el nivel de participación de los grupos de interés. La desactualización o la falta de monitoreo en algunas AP evidencia barreras para la aplicación de los indicadores a monitorear.

Una de las mayores barreras para la aplicación del monitoreo de residuos sólidos en las diferentes AMP es la falta de personal externo que tome muestras ya que existe una falta de presupuesto para realizar el pago correspondiente a estas personas.

Otra barrera identificada para monitorear los residuos sólidos en las playas de las AMP es que no se considera el monitoreo de residuos como una de las actividades importantes en el Área, mostrando una falta de comunicación efectiva que logre una toma de decisiones consensuadas entre todos los funcionarios y funcionarias del ASP.

El indicador de residuos sólidos para Playas Arenosas del PRONAMEC es de fácil aplicación, el tiempo requerido es corto y los recursos necesarios para obtenerlo son baratos. La planificación es relativamente sencilla y es indispensable encargar a una o algunas personas para el monitoreo cada 3 meses, obteniendo datos tanto de la época seca como de la lluviosa. Solamente 1 Área Marina Protegida de las 15 con porción de playa y mar, ha aplicado con certeza el indicador de residuos sólidos del PRONAMEC para Playas Arenosas.

En algunas AMP que poseen el galardón del PBAE en categoría de playas, y que realizan muestreos de residuos, existe una falta de comunicación e interés entre los administradores y funcionarios de diferentes rangos jerárquicos y los resultados que se obtienen mediante este Programa.

Se identificaron deficiencias en el indicador de residuos sólidos estudiado en cuanto a la categorización de los residuos sólidos y a la cantidad de los puntos de toma de muestra ya que no resulta tan representativa respecto al tamaño de las playas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Aplicar un monitoreo de residuos sólidos en las playas en las que no se ha realizado, tanto en la época seca como en la lluviosa, como lo recomienda el indicador de residuos sólidos para Playas Arenosas del PRONAMEC, para conocer la fuente los residuos sólidos que llegan a las AMP y su tendencia a variar.
- Priorizar acciones como el monitoreo de residuos sólidos en la playa en el Plan General de Manejo en cada Área, mantenerlo vigente y actualizado.

- Presentar un informe anual al equipo de planificación del PGM y los actores sociales clave relacionados con la gestión del ASP y poder así proponer acciones para la mejora en el uso del indicador de residuos sólidos y en la situación de la zona monitoreada.
- Realizar talleres o capacitaciones, dirigidos por los encargados de PRONAMEC del SINAC, sobre la importancia del monitoreo de residuos en todas las ASP, para un refrescamiento de la aplicación de protocolos y de la forma correcta de tomar las muestras y e ingresar la información en bases de datos en Excel o algún programa similar, con el propósito de que más adelante puedan ser integrados en una aplicación electrónica y encontrarse disponibles en la plataforma SINIA, con el objetivo de brindar suficiente información para la toma de decisiones a nivel nacional y para investigaciones académicas.
- Aprovechar el apoyo de los voluntarios en las campañas de limpieza de algunas Áreas de Conservación para la aplicación del indicador de residuos sólidos, esto ante la falta de presupuesto que existe para pagar a una persona externa que realice los muestreos, o buscar incluir la toma de muestras en las actividades de las asociaciones con las cuales existen alianzas público-privadas, como la ACRXS.
- Reportar los datos obtenidos durante los 4 muestreos del año a un único custodio en SINAC, con el fin de evaluar el proceso y los resultados de forma integral en todo el país.
- Promover una mayor interacción entre el SINAC y el SINIA, para el ingreso de datos de forma periódica.
- Mejorar la categorización de residuos sólidos para tener mayor conocimiento de cuáles se encuentran en las AMP. Aplicar el indicador en otros protocolos PRONAMEC para obtener datos en los diversos ecosistemas y poder ser comparados entre sí. Estandarizar las unidades métricas contempladas en la evaluación del indicador y mejorar la cantidad de puntos de muestreo con el fin de que sea más representativa respecto al tamaño de la playa.
- Fomentar la educación ambiental hacia los visitantes mediante rotulación con mensajes de concientización. Esto puede ser de gran ayuda para mantener el indicador de residuos sólidos en una categoría de playa limpia.

- Considerar el cambio del término “basura” por el término correcto “residuos” en el nombre del indicador “Basura en la Playa” del protocolo para Playas Arenosas del PRONAMEC, y en “Basura Inorgánica” del indicador del PBAE de la Categoría Comunidades Costeras. Lo anterior por cuanto en la Ley para la Gestión Integral de Residuos, define la palabra residuos como vocablo a utilizar en Costa Rica.

7 REFERENCIAS

Alvarado, J., Herrera, B., Corrales, L. Asch, J. & Paaby, P. (2011) "Identificación de las prioridades de conservación de la biodiversidad marina y costera en Costa Rica", *Rev. biol. trop.*, vol.59 (2).

Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442011000200023

Áreas Protegidas y Parques Nacionales (2013a) “Parque Nacional Cahuita”. [Online]. Disponible en: <https://areasyparques.com/areasprotegidas/parque-nacional-cahuita/> [consultado el 30 de noviembre del 2021].

Áreas Protegidas y Parques Nacionales (2013b) “Refugio Natural de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo”. [Online]. Disponible en: <https://areasyparques.com/areasprotegidas/gandoca-manzanillo/> [consultado el 30 de noviembre del 2021].

Arroyo, Y. (2020) *Análisis y estudio de las islas de basura oceánicas*. Trabajo final de grado en Náutica y Transporte Marítimo. Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en:

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/334820/146755_FNB%20-%20Plantilla%20TFG.pdf

Asamblea Legislativa (2019) “Artículo 58: Ley de Biodiversidad, N°7788”. Sistema Costarricense de Información Jurídica, Costa Rica. Disponible en:

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=119205&strTipM=TC

Asociación Costa Rica por Siempre (2021) “Informe Anual 2021”, *SINAC/MINAE*.

Asociación Costa Rica por Siempre (2022) “ACRXS ejecutó más de 125 proyectos con aliados para la biodiversidad y economía verde”. [Online]. Disponible en

<https://costaricaporsiempre.org/noticias/acrxs-ejecuto-125-proyectos-aliados-biodiversidad-economia-verde-2021/> [consultado el 29 de abril del 2022]

Astorga Pérez, M.A. (2019) *Determinación de micro plásticos en especies marinas del Parque Nacional Marino Las Baulas*. Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Tecnológico de Costa Rica. Disponible en:

https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12255/TFG_Angelica_Astorga_P%C3%A9rez.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Balasubramanian, A. (2014) “The ocean currents”, University of Mysore. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/309784198_The_Ocean_Currents

Barboza, L., Cózar, A., Gimenez B., Barros T., Kershaw P. & Guilhermino L. (2019) “Macroplastics Pollution in the Marine Environment”, *World Seas: an Environmental Evaluation (Second Edition)*, pp. 305-328. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012805052100019X>

Blanco, E. (2015) “Efectos sociales y ambientales de las actividades productivas en la región Atlántico/Caribe de Costa Rica: Un análisis desde el metabolismo social: 1990-2015”, *Centro de Investigaciones Históricas de América Central (CIHAC)*, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, vol 25(2), pp.3-20.

Botero, C., Tamayo, D (2021) “Calidad ambiental recreativa en playas turísticas”, *Grupo de Investigación en Sistemas Costeros*, p. 84. Disponible en: [Botero-Tamayo_2021.pdf \(up.ac.pa\)](#)

Bozhko, A. (2019) Remediation of Marine Plastic Waste. Tesis de licenciatura para Tecnología de procesamiento de materiales. Arcada University of Applied Sciences. Disponible en:

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/172132/ThesisABFinal.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Brenes, MJ. (2020) “Costa Rica amplía su área de protección marina para saldar deuda histórica”,

EFE: VERDE. [Online]. Disponible en: <https://www.efeverde.com/noticias/costa-rica-area-proteccion-marina/> [consultado el 13 de marzo del 2022].

Cambra, M. (2022) [comunicación personal] 29 de marzo del 2022

Castilla, J., Fariña, J., Camaño, A. (2021) “Programas de monitoreo marino costero”, *Ediciones UC*,

Disponible en:

<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DUExEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT32&dq=monitor+eo+mundial+de+residuos+marinos&ots=bXGSHrIUzy&sig=myFeXpnn-LFLCxbKv-AWI0fOWoM#v=onepage&q&f=true>

Centro Nacional de Información Geoambiental (CENIGA) & Ministerio de Ambiente y Energía.

(2020) “Datos oficiales sobre la superficie marina y terrestre de Costa Rica”. Disponible en

<https://ceniga.go.cr/datos-oficiales-sobre-la-superficie-marina-y-terrestre-de-costa-rica/>

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA) (2019) “El 68 % de todas las partículas encontradas en Jacó son estereofón.”. [Online]. Disponible en:

<http://cica.ucr.ac.cr/?p=6694> [consultado el 10 de julio del 2021].

Cerdas, M. (2021) Monitoreo de residuos sólidos marinos en Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica [comunicación personal] 20 de noviembre del 2021

Cheshire, A.C., Adler, E., Barbière, J., Cohen, Y., Evans, S., Jarayabhand, S., Jeftic, L., Jung, R.T., Kinsey, S., Kusui, E.T., Lavine, I., Manyara, P., Oosterbaan, L., Pereira, M.A., Sheavly, S., Tkalin, A., Varadarajan, S., Wenneker, B., Westphalen, G. (2009) “UNEP/IOC Guidelines on Survey and Monitoring of Marine Litter”, UNEP Regional Seas Reports and Studies. Disponible en:

<https://repository.oceanbestpractices.org/bitstream/handle/11329/1209/unepioclittermonitoringguidelines.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Colón, A.J. & Febles, K. (2018) “Description of microplastic on the coast of La Guancha in Ponce, Puerto Rico”, *ECORFAN-Bolivia Journal*, vol 5(8), pp. 24-32.

Contraloría General de la República (CGR) (2014) “Informe de auditoría operativa sobre la eficacia del SINAC en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad dentro de las áreas silvestres protegidas continentales (informe DFOE-AE-IF-16-2014)”, *Contraloría General de la República*,

15 de diciembre del 2014. Disponible en:

https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/docs_cgr/2014/SIGYD_D_2014022564.pdf

Congreso Nacional de Medio ambiente de España (CONAMA) (2016) “*GT-16 Basuras marinas Coordina: Asociación de Ciencias Ambientales (ACA) DOCUMENTO FINAL DEL GRUPO DE TRABAJO*” Madrid (España), 28 de noviembre-1 diciembre del 2016, pp. 1–157. Disponible en http://www.conama.org/conama/download/files/conama2016/GTs_2016/16_final.pdf

Cortés, J. & Wehrtmann, I. S. (2009) “Diversity of marine habitats of the Caribbean and Pacific of Costa Rica”, *Marine Biodiversity of Costa Rica*, pp. 1-45.

Cortés, M. (2021) Monitoreo de residuos sólidos marinos en Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica [comunicación personal] 23 de octubre del 2021

CRHoy (2021a) “Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) (2017) “Parque Nacional Isla del Coco se amplía casi 55 km²”. [Online]. Disponible en: <https://www.crhoy.com/nacionales/parque-nacional-isla-del-coco-se-amplia-casi-55mil-km2/> [consultado el 13 de marzo del 2022].

CRHoy (2021b) “Yate estadounidense se hunde tras chocar en Cabo Blanco”. [Online]. Disponible en <https://www.crhoy.com/nacionales/fotos-yate-estadounidense-se-hunde-tras-chocar-en-cabo-blanco/>

Cruz, F. (2021) Monitoreo de residuos sólidos marinos en Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica [comunicación personal] 24 de octubre del 2021

De Wit, W. & Bigaud, N. (2019) “No Plastic in Nature: assessing plastic ingestion from nature to people”, *WWF/Dalberg Advisors*. Disponible en https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/plastic_ingestion_web_spreads.pdf

Díaz, C. (2022) [comunicación personal] 29 de marzo del 2022

EcuRed (2016) “Isla Violín”. [Online]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Isla_Viol%C3%ADn

Emmerik, T. (2021) “Macroplastic research in an era of microplastic”, *Open Access Editorial*, vol 1 (4). Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s43591-021-00003-1>

Emmerik T. & Schwarz, A. (2020) “Plastic debris in rivers”, *WIREs Water*, vol 7 (1). Disponible en: <https://doi.org/10.1002/wat2.1398>

Espinoza, N. (2021) Monitoreo de residuos sólidos marinos en Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica [comunicación personal] 20 de noviembre del 2021

Fallas, J. (2021) Monitoreo de residuos sólidos marinos en Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica [comunicación personal] 22 de octubre del 2021

Fath, B.D. (2019) *Encyclopedia of ecology*. 2da ed. United States: Elsevier. Disponible en: [https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=x1h7DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fath,+B.D.+\(2018\).+Encyclopedia+of+ecology.+Elsevier&ots=crW8wMC5K9&sig=yP0hIBtQ5S6z3QhV1sLL5Kj9G3I#v=onepage&q=Fath%2C%20B.D.%20\(2018\).%20Encyclopedia%20of%20ecology.%20Elsevier&f=false](https://books.google.co.cr/books?hl=es&lr=&id=x1h7DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fath,+B.D.+(2018).+Encyclopedia+of+ecology.+Elsevier&ots=crW8wMC5K9&sig=yP0hIBtQ5S6z3QhV1sLL5Kj9G3I#v=onepage&q=Fath%2C%20B.D.%20(2018).%20Encyclopedia%20of%20ecology.%20Elsevier&f=false) [consultado el 2 de mayo del 2021]

Finegan, B., Sesnie, S., Gessler, P. & Thessler, S (2008) “Integrating Landsat TM and SRTM-DEM derived variables with decision trees for habitat classification and change detection in complex neotropical environments”, *Remote Sensing of Environment*, vol 112, pp. 2145-2159.

Food and Agriculture Organization (FAO) (2017) “Microplastics in fisheries and aquaculture”, *Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i7677e.pdf>

Food and Agriculture Organization (FAO) (n.d) “Programa de Asociaciones GloLitter. Prácticas pesqueras responsables para la pesca sostenible”, *Plan Nacional de Residuos Marinos*. Disponible en: <https://www.fao.org/responsible-fishing/marking-of-fishing-gear/glolitter-partnerships-programme/es/>

Gall, S. & Thompson, R (2015) “El impacto de los desechos en la vida marina”, *Boletín de contaminación marina*, vol 92 (1–2), pp. 170–179.

García, V., Acuña, J., Vargas, J. & García, J. (2006) “Calidad bacteriológica y desechos sólidos en cinco ambientes costeros de Costa Rica”, *Revista de Biología Tropical*, pp. 35-48. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26828/26997>

GESAMP (Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino) (2016) “Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment”, *Rep. Stud.*, vol 93, p. 220.

GISISCO (Grupo de Investigación Sistemas Costeros) (2018) “Proyecto ICAPTU: Parámetro residuos sólidos en arena”. Disponible en https://www.sistemascosteros.org/resol_icar/

Gómez, F., Valenzuela, A. & Acosta, J. (2019) “Registro de micro y mesoplásticos en el tracto digestivo de la especie vulnerable *Olivaichthys cuyanus* (Siluriformes: Diplomystidae), en el río cordillerano Los Patos, San Juan, Argentina”, *Mutelquina*. Disponible en: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/multequina/indice/pdf/28/EP-ART-Gomez.pdf>

Good, T., June, J. & Etnier, M., Broadhurst, G. (2010) “Derelict fishing nets in Puget Sound and the Northwest Straits: Patterns and threats to marine fauna”, *Marine Pollution Bulletin*, vol 60, pp. 39-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2009.09.005>

Guardarenas (2013) Capítulo 8: basura en la playa [video online] disponible en [Capítulo 8: Basura en la playa - YouTube](#) [consultado el 18 enero 2022].

Herrera, A., Asensio, M., Martínez, I., Santana, A., Packard, T. & Gómez, M. (2018) “Microplastic and tar pollution on three Canary Islands beaches: An annual study”, *Marine pollution bulletin*, 129 (2): 494-502.

Herrera, E. (2022) [comunicación personal] 30 de marzo del 2022

Instituto Meteorológico Nacional (IMN) (2007) “Clima en Costa Rica: El Clima y las Regiones Climatológicas de Costa Rica”. Disponible en

<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/31165/clima-regiones-climat.pdf/cb3b55c3-f358-495a-b66c-90e677e35f57>

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) (2007) “Destinos Turísticos de Playa: requisitos de sostenibilidad”, Norma Técnica Sectorial NTS-TS 001-2, 30 de marzo del 2007, Colombia. Disponible en: https://fontur.com.co/sites/default/files/2020-11/NTS_T001_2.pdf

Instituto Costarricense de Turismo (ICT) (2014) “Manual de Procedimiento para aplicar en la Categoría de playas”, *Programa Bandera Azul Ecológica*. Disponible en:

<https://docplayer.es/78432967-Programa-bandera-azul-ecologica-manual-de-procedimiento-para-aplicar-en-la-categoria-de-playas.html>

Jache, R. (2014) “GESTIÓN DE PLÁSTICOS EN EL MEDIO MARINO”, Trabajo fin de grado para Ingeniería Náutica y Transporte Marítimo. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, ESPAÑA.

Disponible en:

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/6340/Raul%20Jache%20Chamorro.pdf?sequence=1>

Jahié, H., Ternimovic, E., Hrclja, E., Catovic, A. & Korjenic, A. (2014) “Application of "EA/NALG" Protocol for Determination of Physical and Ecological Carrying Capacity of Nem Beaches (Bosnia and Herzegovina)”, *National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography*, University of Sarajevo.

Karbalaei, S., Hanachi, P., Walker, T. R., & Cole, M. (2018) “Occurrence, sources, human health impacts and mitigation of microplastic pollution”, *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), pp. 36046-36063. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-018-3508-7>

Li, W. C., Tse, H. F., & FOK, L. (2016) “Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects”, *Science of the Total Environment*, pp. 566, 333-349. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716310154?via%3Dihub>

Macfadyen, G., Huntington, T. & Cappell, R. (2009) “Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear”, *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, p. 115. Disponible en: <http://www.fao.org/3/i0620e/i0620e.pdf>

Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) & Tribunal Ambiental Administrativo (TAA) (2014) “Manual de Buenas Prácticas Ambientales”. Disponible en: <http://copa.acguanacaste.ac.cr:8080/bitstream/handle/11606/1407/Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20ambientales%20marino%20coasteras%20en%20Costa%20Rica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Ambiente & Energía (MINAE), PNUD, MARVIVA, CRUSA, Ministerio de Salud (MS), & Cámara Nacional de Comerciantes Detallistas y Afines (2017) “Estrategia Nacional para la sustitución de plásticos de un solo uso”. Disponible en: https://www.hacienda.go.cr/docs/5a0e066d79dae_Estrategia-nacional-sustitucion-plasticos-un-solo-uso-.pdf

Ministerio de Educación Pública (MEP) (2020) “Huetar Atlántica”. [Online]. Disponible en: <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/recursos/recursos-interactivos/regiones/pdf/hatlantica.pdf>

Ministerio de Educación Pública (MEP) (2020) “Pacífico Central”. [Online]. Disponible en: <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/recursos/recursos-interactivos/regiones/pdf/pcentral.pdf>

Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto (2021) “Costa Rica es seleccionada como país beneficiario bajo la categoría líder del proyecto de cooperación Asociaciones GloLitter de la Organización Marítima Internacional (OMI)”. Disponible en: <https://www.rree.go.cr/?sec=servicios&cat=prensa&cont=593&id=5958>

SINIA & Ministerio de Salud (2018) “Sistema Nacional de Información Ambiental de Costa Rica”. Disponible en <http://sinia.go.cr/acerca/>

Ministerio de Salud (2021) “Plan Nacional de residuos marinos 2021-2030”, *Ministerio de Ambiente y Energía*. Disponible en https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/prensa/comunicados/plan_nacional_residuos_marinos_2021_2030.pdf

Mintenig, S. M., Int-Veen, I., Löder, M. G., Primpke, S., & Gerdt, G. (2017) “Identification of microplastic in effluents of wastewater treatment plants using focal plane array-based micro Fourier-transform infrared imaging”, *Water research*, pp. 365-372. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27838027/>

Muñoz, A (2018) “Microplastics: focus on food and health”, Publications Office of the European Union. Disponible en: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC110629>

Muñoz, A. (2010) “REGULACIÓN JURÍDICA DE LAS ÁREAS MARINAS PROTEGIDAS EN COSTA RICA, Y ANÁLISIS DE TIPOS PENALES APLICABLES, CON MENCIÓN EN LOS DELITOS DE PIRATERÍA Y PESCA ILEGAL”. TESIS DE LICENCIATURA EN DERECHO. Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://iiij.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/2017/06/REGULACION-JURIDICA-DE-AREAS-MARINAS-PROTEGIDAS.pdf>

Murray, F. & Cowie, P.R. (2011) “Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758)”, *Marine Pollution Bulletin*, vol 62, pp. 1207-1217. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X11001755>

Murray, S.N. (2007) “Habitat Alteration”, *Encyclopedia of Tidepools and Rocky Shores*, pp. 256-260.

Naciones Unidas (2020) “Océanos y Derecho del mar”. [Online]. Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/oceans-and-the-law-of-the-sea#:~:text=Protecci%C3%B3n%20del%20medio%20marino%20y,su%20Programa%20Regional%20de%20Mares>

Noticias UCR (2019) “Estudio pionero encuentra residuos de plástico en peces del Pacífico costarricense”. [Online]. Disponible en: [https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/02/06/estudio-pionero-encuentra-residuos-de-plastico-en-peces-del-pacifico-costarricense.html#:~:text=La%20presencia%20de%20micropl%C3%A1sticos%20en%20el%20tracto%20digestivo%20de%20peces,de%20Costa%20Rica%20\(UCR\)](https://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/02/06/estudio-pionero-encuentra-residuos-de-plastico-en-peces-del-pacifico-costarricense.html#:~:text=La%20presencia%20de%20micropl%C3%A1sticos%20en%20el%20tracto%20digestivo%20de%20peces,de%20Costa%20Rica%20(UCR)). Consultado el 19 de abril del 2021].

Ospar (2017) “Assessment document of land-based inputs of microplastics in the marine environment”, *OSPAR Commission*. Disponible en: <https://www.ospar.org/documents?v=38018>

Pertuz, I., Vizcaino, L. (2020) “Evaluación de la calidad ambiental en función de los microplásticos, residuos sólidos en arena y residuos sólidos flotantes de las playas de Cao Dulce y Puerto, en el departamento del Atlántico”. Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Universidad de la Costa-CUC, Barranquilla, Colombia.

Pham, C., Ramirez, E., Alt, C., Amaro, T., Bergmann, M., Canals, M., *et al.* (2014) “Marine Litter Distribution and Density in European Seas, from the Shelves to Deep Basins”, *PLoS ONE*. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095839>

Poder Ejecutivo (2006) “Decreto N° 39519-MINAE: RECONOCIMIENTO DE LOS MODELOS DE GOBERNANZA EN ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DE COSTA RICA”, *ALCANCE DIGITAL* N° 44, 26 de febrero del 2006. Disponible en

<http://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Documents/Decreto%20Gobernanza%20163245.pdf>

Poder Ejecutivo (2008) "Ley 7788: Ley de Biodiversidad", *Sistema Nacional de Información Jurídica*, 27 de mayo del 1998. Disponible en:

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NR TC&nValor1=1&nValor2=39796&nValor3=74714&strTipM=TC

Poder Ejecutivo (2013) “Decreto N° 37658: Establecimiento del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) y Reforma del Artículo 3° del Decreto Ejecutivo N° 29540-MINAE del 11 de mayo del 2001", *Sistema Nacional de Información Jurídica*, 16 de mayo del 2013. Disponible en:

http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=74843&nValor3=92549&strTipM=FN

Poder Ejecutivo (2016) “Decreto N° 39.747: Reglamento de Creación y Funcionamiento del Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC)”, *Alcance Digital* 117, 30 de junio del 1994. Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cos163075.pdf>

Poder Ejecutivo (2021) “Decreto N°43368-MINAE: “Ampliación del Parque Nacional Isla del Coco”, vlex, 26 de enero del 2022. Disponible en: <https://vlex.co.cr/vid/decreto-no-43368-minae-883550960>

Programa Bandera Azul Ecológica (PBAE) (2021) “¿Qué es Programa Bandera Azul Ecológica?”. [Online]. Disponible en: <https://www.banderaazulecologica.org/que-es-bae> [consultado el 10 de julio del 2021].

Programa Bandera Azul Ecológica (2021) “Programa Bandera Azul Ecológica: Informe Galardonados 2020”. [Online]. Disponible en <https://banderaazulecologica.org/user/pages/05.galardonados/Programa%20Bandera%20Azul%20Ecol%C3%B3gica%202020%20Informe%20Galardonados.pdf?cache> [Consultado el 8 de abril del 2022]

Programa de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) (2021) “¿Qué es el PRONAMEC?”. [Online]. Disponible en: <https://www.monitoreoecologico.com/> [consultado el 10 de julio del 2021].

Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible (2018) “Informe estado de la nación 2018”, *PEN-CONARE*, pp. 170-180.

Quesada, M.A. & Nielsen, V. (2005) “Capítulo II. Playas: Ambientes Marino Costeros de costa Rica.”, *Comisión Interdisciplinaria Marino Costera de la Zona Económica Exclusiva de Costa Rica*, pp. 17-21. Disponible en: https://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP06/Publicaciones/Infome_ambientes_marino_costeros.pdf

Rech, S., Macaya, V., Pantoja, J., Rivadeneira, M., Madariaga, D., & Thiel, M. (2014) “Rivers as a source of marine litter—a study from the SE Pacific”, *Marine pollution bulletin*, pp. 66-75. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X14001490?via%3Dihub>

ReCiBa (Red de Científicos de la Basura del Pacífico) (2022) “ReCiBa Pacífico, Quienes Somos”. [Online]. Disponible en <http://www.reciba.org/es/nosotros> [consultado el 30 de marzo del 2022]

Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala (2022) [comunicación personal] 14 de febrero del 2022

Rist S, Carney Almoth B, Hartmann NB, Karlsson TM (2018) “A critical perspective on early communications concerning human Health aspects of microplastics”, *Sci Total Environ*, vol 1, pp. 626:720.

Rojo, E. & Montoto, T. (2017) “Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global”, *Ecologistas en Acción*. Disponible en:

<https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>

Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F. & Fossi, M. (2015) “First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea”, *Marine pollution bulletin*, vol 95 (1), pp. 358-361

Sabayo, A. (2021) Monitoreo de residuos sólidos marinos en Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica [comunicación personal] 23 de octubre del 2021

Salas, E., Salazar, E. & Arias, A. (2012) “Diagnóstico de áreas marinas protegidas para la pesca responsable en el Pacífico costarricense”, *Fundación Marviva*, San José, Costa Rica, p. 174.

Schneider, F., Parsons, S., Clift, S., Stolte, A., & McManus, M. C. (2018) “Collected marine litter—A growing waste challenge”, *Marine pollution bulletin*, pp. 162-174. Disponible en:

https://core.ac.uk/reader/186325757?utm_source=linkout

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2008) “GRUAS II: Propuesta de Ordenamiento Territorial para la conservación de la biodiversidad de Costa Rica, vol 3: Análisis de Vacíos en la Representatividad e Integridad de la biodiversidad marina y costera”, *Asociación Conservación de la Naturaleza*, pp. 60.

https://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP06/Unidad3/Lectura4_GRUAS_III.pdf

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2013) “Guía para el diseño y formulación del Plan General de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica”, *Sistema Nacional de Áreas de Conservación-Costa Rica*, San José-Costa Rica, pp. 75.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2015a) “Programa de Monitoreo Ecológico de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica PROMEC-CR-Ámbitos: Terrestre, Aguas continentales y Marino-Costero”, *Sistema Nacional de Áreas de Conservación-Costa Rica*. Disponible en: <https://canjeporbosques.org/wp-content/uploads/2017/07/PROMEC-Integrado.pdf>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2015b) “Herramienta para el Manejo de los Flujos de Visitación en las Áreas Silvestres Protegidas del SINAC, San José-Costa Rica, pp. 56.

Disponible en:

<http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Programa%20de%20Turismo%20Sostenible/Herramienta%20Manejo%20Flujos%20de%20Visitacion%20en%20ASP%20SINAC%202015.pdf>

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2016) “Protocolo PRONAMEC: Protocolo para el monitoreo ecológico de las playas arenosas: Proyecto Consolidación de las Áreas Marinas Protegidas”, *Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)*, p. 39.

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2021a) “Parque Nacional Cahuita”.

[Online]. Disponible en: <http://www.sinac.go.cr/ES/ac/aclac/pnc/Paginas/default.aspx> [consultado el 30 de noviembre del 2021].

Sistema Nacional Áreas de Conservación (SINAC) (2021b) "Glosario". [Online]. Disponible en:

<http://www.sinac.go.cr/ES/Paginas/Glosario.aspx> [consultado el 30 de noviembre del 2021].

Sistema Nacional Áreas de Conservación (SINAC) (2021c) “SINAC Actualiza Mapa Lista Oficial de Áreas Silvestres Protegidas”. [Online]. [https://www.facebook.com/cr.sinac/photos/sinac-](https://www.facebook.com/cr.sinac/photos/sinac-informaen-el-marco-del-d%C3%ADa-de-los-parques-nacionales-sinac-actualiza-mapa-4227154757369350/)

[informaen-el-marco-del-d%C3%ADa-de-los-parques-nacionales-sinac-actualiza-mapa-4227154757369350/](https://www.facebook.com/cr.sinac/photos/sinac-informaen-el-marco-del-d%C3%ADa-de-los-parques-nacionales-sinac-actualiza-mapa-4227154757369350/) [consultado el 15 de marzo del 2022].

Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (2022) “Mapa Áreas Protegidas”. [Online].

Disponible en: <http://www.sinac.go.cr/ES/ac/act/Paginas/mapa.aspx>

Sistema Nacional de Información Ambiental de Costa Rica & Ministerio de Salud (2018) “Sistema Nacional de Información Ambiental de Costa Rica”. [Online]. Disponible en <http://sinia.go.cr/acerca/> [consultado el 30 de noviembre del 2021].

UN Environment (2017) “Marine Litter Socio Economic Study”, *United Nations Environment Programme*. Disponible en: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26014/Marinelitter_socioeco_study.pdf?sequence

UNEP (2016) “Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change”, United Nations Environment Programme, Nairobi.

Varela, M. (2019) Contaminación marina por plásticos. Trabajo de fin de grado en Náutica y Transporte Marítimo. Universidade da Coruña, España. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/24187/PereirasVarela_Manuel_TFG-2019.pdf.pdf

Vásquez, A., et al (2019) “Monitoreo y manejo de residuos en playas”, *Braskem Idesa*, pp. 20-21. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Arely-Cruz-Salas/publication/343486111_Monitoreo_y_manejo_de_residuos_en_playas/links/5f2c9a21458515b7290ace73/Monitoreo-y-manejo-de-residuos-en-playas.pdf

Vásquez, A. et al (2020) “Monitoreo de microplásticos en playas”, *Braskem Idesa*, pp. 1-32. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Alethia-Vazquez/publication/343322519_Monitoreo_de_microplasticos_en_playas/links/5f23027592851cd302c91997/Monitoreo-de-microplasticos-en-playas.pdf

World Health Organization (2019) “Microplastics in drinking-water”. [Online]. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/information-sheet190822.pdf [consultado el 13 de marzo del 2022].

8 APÉNDICES

8.1. Formatos de reporte para monitoreo de residuos sólidos

PESO TOTAL EN GRAMOS DEL TRANSEPTO			
PESO POR TRANSEPTO: -----			
(grs/m2)		20	
PESO POR SITIO DE MUESTREO: SUMA DE grs./m2 de 3 TRANSEPTOS			
(grs/m2)		-----	
3 (# DE TRANSEPTOS)			
PASO No.4	Sacar el peso en gramos por metro cuadrado de la playa evaluada, el cual se obtendrá sumando el peso en gramos por metro cuadrado que corresponde a cada uno de los sitios de muestreos dividido entre el número de puntos de muestreo. Ver fórmula 3:		
PESO DE LA PLAYA:			
(grs./m2)		PESO EN GRAMOS DE SITIOS DE MUESTREO ----- # DE SITIOS DE MUESTREO	
Paso No. 5	Cálculo para otorgar la calificación a la playa, misma que quedará determinada por el número de grs /m2. Ver tabla de valores:		
EVALUACIÓN DE BASURA INORGÁNICA			
(7.5%)			
PESO EN GRAMOS POR M²	PUNTAJE OBTENIDO	FACTOR PONDERACION	VALOR
< 0.5	7.5	75%	7.5
> 0.5 y <17	5	50%	5
> 17 y <33	2.5	25%	2.5
> 33.7	0	0%	0
Recipientes para basura, según cumplimiento a lo dispuesto en lo dispuesto en la ficha correspondiente (RB)			2.5

Figura A 1.1. Reporte según el PBAE Comunidades Costeras en indicador “Basura Inorgánica” (ICT, 2014)

MONITOREO DE PLAYAS DE ARENA DEL SINAC

Playa/Área Marina Protegida _____

Lat/Long _____

Nombre del tomador de datos _____

Acompañamiento por _____

Fecha y hora del muestreo _____

		Peso (kg)	Porcentaje (%)
Tipo de residuo	Vidrio		
	Metal		
	Plástico		
	Celulósico		
	Otros		

Percepción de la playa	
1. Limpia	
2. Moderadamente sucia	
3. Sucia	
4. Muy sucia	

Observaciones:

Figura A 1.2. Reporte de “Basura en la playa” PRONAMEC (SINAC, 2016, basado en García et al., 2006)

8.2. Encuesta aplicada a los representantes de las AMP

El presente documento es un primer acercamiento a los encargados o representantes de las Áreas Marinas Protegidas de Costa Rica, como parte del Trabajo Final de Graduación de Sofía Fallas Flores, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental del Tecnológico de Costa Rica, sede central. El objetivo de esta herramienta es conocer de forma general la situación actual de estas áreas y las barreras que existen al realizar un monitoreo de residuos sólidos, esto con el fin de generar mejoras para un adecuado monitoreo en estas zonas de protección que son de gran importancia ambiental y cultural para el país.

Agradezco cualquier consulta, comentario o recomendación a través del correo: sofiafallas4@gmail.com.

1. ¿De cuál Área Marina Protegida es usted representante?
2. ¿Qué tipo de actividades están permitidas en esta Área Marina Protegida?
 - Turismo terrestre (caminatas, uso de la playa, cabalgatas, entre otros)
 - Turismo acuático (snorkel, nado, kayak, avistamiento de cetáceos, entre otros)
 - Actividades académicas (visita de grupos escolares y/o universitarios, entre otros)
 - Investigaciones científicas
 - Otra ¿cuál?
3. ¿El Área Marina Protegida cuenta con contenedores de residuos que permitan la separación por residuo para el posterior reciclaje?
 - Sí
 - No
4. Si su respuesta fue Sí, por favor indicar cuántos contenedores de residuos cuenta el área según el tipo:

	1	2	3	4	5 o más
Vidrio					
Plástico					
Aluminio					
Papel y cartón					
Orgánico					
Residuos no valorizables (basureros convencionales)					

5. ¿Cuáles son los residuos sólidos más frecuentemente encontrados o vistos en la zona de la arena de la playa?
 - Envases plásticos
 - Envases de vidrio
 - Envases de aluminio
 - Colillas de cigarro
 - Envoltorios plásticos
 - Envoltorios de papel
 - Tapas plásticas
 - Artículos personales como sandalias, ropa, sombreros, entre otros
 - Artes de pesca como cuerdas y redes, boyas, anzuelos, entre otros

- Otro ¿cuál?
6. ¿Cuáles considera usted que podrían ser las mayores fuentes de contaminación de esos residuos marinos en esta Área Marina Protegida?
- Población humana cercana
 - Residuos mal gestionados producto del turismo
 - Desembocadura de ríos
 - Por arrastre y diferencia de corrientes marinas que depositan los residuos sólidos en la zona de la playa
 - Otra ¿cuál?
7. ¿El Área Marina Protegida cuenta con un Plan General de Manejo vigente?
- Sí
 - No
8. Indicar el periodo de vigencia de plan de manejo vigente o del último plan vigente.
9. ¿Cuáles elementos focales están priorizados en este plan general de manejo?
10. ¿Cuáles Protocolos de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC) se aplican en esta área?
- Protocolo PRONAMEC Playas Rocosas
 - Protocolo PRONAMEC Playas Arenosas
 - Protocolo PRONAMEC Agregaciones de Mamíferos Acuáticos
 - Protocolo PRONAMEC Playas Anidación de Tortugas Marinas
 - Protocolo PRONAMEC Dinámica de Playas Arenosas ante Cambio Climático
 - Protocolo PRONAMEC Formaciones Coralinas
 - Ninguno
11. El PRONAMEC de Playas Arenosas posee un indicador de residuos sólidos. Si el Área Marina Protegida ha aplicado este monitoreo, basado en estos resultados, por favor marque los años en los que se ha aplicado:

Año	Época seca	Época lluviosa
2006		
2007		
2008		
2009		
2010		
2011		

2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019		
2020		
2021		

12. Si su respuesta posee más de un período, indique si el indicador de residuos sólidos ha mejorado:

- Sí
- No
- Aún no se han analizado los datos

13. ¿Se aplica alguna otra metodología de monitoreo de residuos en el Área Marina Protegida?

- Sí ¿cuál?
- No

14. Si su respuesta fue Sí, ¿cuál metodología de monitoreo se aplica?

15. Si realizan monitoreo de residuos ¿La base de datos o resultados obtenidos se encuentra abierta al público y/o es reportada a alguna entidad?

- Abierta al público
- Reportada a alguna entidad (es)
- No es abierta ni se reporta

16. Si no realizan un monitoreo de residuos sólidos en el área ¿Cuál es la razón?

- Falta de presupuesto
- Falta de personal que tome muestras de los residuos sólidos
- No hay necesidad de reportar la cantidad de residuos sólidos a ninguna entidad (es)
- Hay otras actividades consideradas más importantes en el Área Marina Protegida antes que el monitoreo de residuos sólidos
- Otra ¿cuál?

8.3. Resultados de muestreos de residuos sólidos

Cuadro A 2.1. Peso de los residuos sólidos encontrados en cada una de las AMP muestreadas

Zona	Área Marina Protegida	Playa muestreada	Muestreo	Peso por tipo de residuo (kg)				
				Vidrio	Metal	Plástico	Celulósico	Otros
Caribe	Parque Nacional Cahuita	Puerto Vargas	1	0,10	0,01	0,37	0,00	0,21
		Playa Blanca	1	0,00	0,00	0,11	0,04	0,11
			2	0,04	0,00	0,25	0,00	0,03
	Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo	Playa Manzanillo	1	Presente	0,02	0,07	Presente	Presente
Pacífico	Reserva Absoluta Cabo Blanco	Playa Cuevas	1	0,00	0,07	1,27	0,16	0,51
		Playa Estación San Miguel	1	0,12	0,00	2,04	0,65	0,13

Cuadro A 2.2. Peso de los residuos sólidos encontrados en Isla Violín, playa cercana a Reserva Biológica Isla del Caño

Playa muestreada	Muestreo	Peso por tipo de residuo (kg)				
		Vidrio	Metal	Plástico	Celulósico	Otros
Playa Caleras	1	3,16	0,03	2,77	0,00	0,40

Cuadro A 2.3. Peso de los residuos sólidos muestreados durante el año 2021 por el Refugio Nacional de Vida Silvestre Playa Hermosa-Punta Mala

Sitio de muestreo	Muestreo	Peso (kg)								
		Plástico	Aluminio	Papel/Cartón	Vidrio	Tetrapack	Colillas	Estereofón (Polietileno)	Hule	Textil
Backyard	Marzo	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Junio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Septiem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciem	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		0,05	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bowie's Point	Marzo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00
	Junio	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Septiem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciem	0,11	0,00	0,01	0,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
TOTAL		0,13	0,00	0,01	0,73	0,00	0,00	0,00	0,27	0,01
Vivero Punta Mala	Marzo	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00
	Junio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Septiem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diciem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00

8.4. Evidencias de muestreos de residuos sólidos

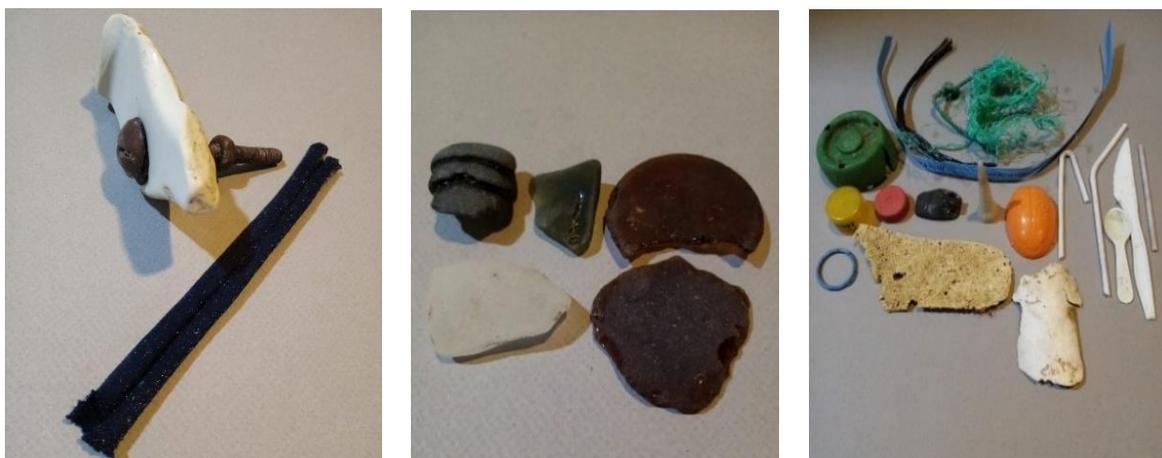


Figura A 1.3. Muestra de residuos sólidos presente en Puerto Vargas, Parque Nacional Cahuita



Figura A 1.4. Muestra de residuos sólidos presente en Playa Blanca, Parque Nacional Cahuita

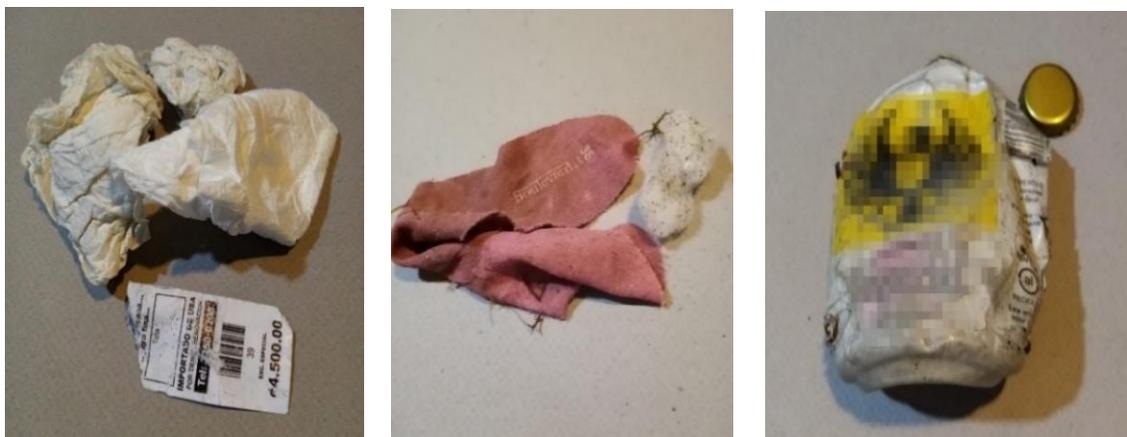


Figura A 1.5. Muestra de residuos sólidos presente en Playa Manzanillo, Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo



Figura A 1.6. Muestra de residuos sólidos presente en la estación San Miguel, Reserva Absoluta Cabo Blanco



Figura A 1.7. Muestra de residuos sólidos presente en Playa Cuevas, Reserva Absoluta Cabo Blanco



Figura A 1.8. Muestra de residuos sólidos presente en playa Caleras, Isla Violín