

Análisis de la situación actual de residuos marinos en Costa Rica

Marine litter present situation in Costa Rica

Lilliana Abarca-Guerrero

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

labarca@itcr.ac.cr

Andrea Acuña-Piedra

Instituto Tecnológico de Costa Rica., Costa Rica

anacuna@itcr.ac.cr

María Angélica Astorga-Pérez

Instituto Tecnológico de Costa Rica., Costa Rica

astorgaa487@gmail.com

Karol Ulate-Naranjo

Universidad Nacional, Costa Rica

karol.ulate.naranjo@una.ac.cr

Susy Lobo-Ugalde

Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente, Costa Rica

Victoria Rudin-Vega

Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente, Costa Rica

Recepción: 10 Febrero 2022

Aprobación: 07 Mayo 2022



Acceso abierto diamante

Resumen

Alrededor del año 2007 las Naciones Unidas indicaban preocupación por los residuos sólidos que estaban llegando al mar producto de las actividades en las zonas terrestres, así como propiamente las generadas en el mar, amenazando la salud de los océanos, la seguridad y calidad de los alimentos, la salud humana, el turismo costero y la fuente de trabajo de muchos pescadores, cuyo sustento depende del mar. Costa Rica cuenta con dos costas, una en el Océano Pacífico y otra en el mar Caribe, con abundantes recursos naturales tanto en los ecosistemas marinos como en los terrestres. Pero estos, se encuentran severamente amenazados debido al abuso que se ha dado a los recursos y a las actividades antropogénicas. Por lo anterior y sumándose al interés global de proteger los océanos, el gobierno de Costa Rica realiza el Plan Nacional de Residuos Marinos de manera participativa e intersectorial. Para ello se efectúa un análisis de línea base con información recolectada de literatura internacional y nacional, con talleres participativos donde se presenta la información de la situación actual de la gestión de residuos, con visitas a asociaciones de pescadores en el Pacífico y en el Caribe, entrevistas, cuestionarios y discusión de los temas relevantes para el país. El resultado de la recolección de la información es lo que se presenta en este artículo. En él se resume el aporte de las fuentes terrestres y marinas, el impacto a los ecosistemas, el monitoreo que se realiza, los distintos programas de educación sensibilización e información con que se cuenta, la normativa internacional y nacional, terminando con un análisis de las actividades de investigación, desarrollo y los retos para la innovación. Se presentan además conclusiones sobre el estado actual de la gestión de residuos marinos en los distintos ámbitos analizados.

Palabras clave: Residuos marinos, fuentes de residuos, plan de gestión, sensibilización, normativa, monitoreo.

Abstract

In 2007, the United Nations indicated the concern around the impact of solid waste affecting the oceans as a result of land-based and marine activities, threatening the health of the oceans, food security, food quality, human health and tourism and livelihoods for those that depend on the ocean. Costa Rica has two coasts, one in the Pacific Ocean and the other in the Caribbean Sea, with abundant natural resources in both marine and terrestrial ecosystems. However, they are severely threatened due to the resources abuse and the anthropogenic activities. Due to the above and in addition to the global interest in protecting the oceans, the government of Costa Rica embarked in the formulation of the National Marine Litter Plan, with the participation of actors from all sectors. For this, a baseline analysis was carried out with information collected from international and national literature, with participatory workshops as a means for data collection, on site visits to fishermen's associations in the Pacific and the Caribbean, interviews, questionnaires and discussions about the relevant issues. The results of these enquires are presented in this article. It summarizes the contribution of land and marine-based sources, the impact on ecosystems, the monitoring activities that are carried out, the different education, awareness and information programs available, the international and national regulations, ending with an analysis of the research and development activities and the challenges for innovation. Conclusions are also presented on the current state of marine litter for the topics analyzed.

Keywords: Marine litter, sources of marine litter, management plan, awareness, norms, monitoring.

Introducción

Costa Rica es un país que posee abundantes recursos naturales con costas en ambos océanos y muchos ecosistemas marinos y terrestres. Estos son fuente de alimento y protección para distintas especies, incluidos los seres que ahí habitan. Las costas y sus habitantes dependen del turismo y la pesca como medio de subsistencia, pero los ecosistemas son frágiles y en este momento están siendo severamente degradados debido al abuso de los recursos y del impacto de las actividades humanas [1], [2], [3], [4], [5].

En el país, una gran cantidad de residuos no recolectados, están siendo transportados al mar a través de ríos y quebradas o bien por el viento y las lluvias. Adicionalmente, otra cantidad es aportada por actividades del sector pesquero y de navíos mercantes, tanqueros, turísticos y de pasajeros. A manera de ejemplo se han evidenciado zonas de acumulación de residuos, tan lejanas como la Isla del Coco [6] y otras más cercanas como la Reserva Natural Absoluta de Cabo Blanco [2].

Las Naciones Unidas reconocieron, en el 2007, el problema de los residuos marinos y el impacto que poseen, por lo que declaró el tema como un asunto de preocupación global e hizo un llamado para la acción a nivel internacional, regional y local [7].

En este contexto el gobierno de Costa Rica decidió realizar un Plan Nacional de Residuos Marinos para el cual, era necesario ejecutar un estudio de línea base que permitiera determinar la situación actual relacionada con esta temática. El objetivo de este artículo es presentar los resultados de la investigación realizada y aportar conocimiento para el desarrollo de ejes estratégicos que permitan prevenir y gestionar integralmente los residuos, que ingresan en las costas costarricenses tanto del Pacífico como del Caribe.

Marco teórico

Los residuos marinos, son definidos de acuerdo con el Programa de la Organización de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) como cualquier material sólido persistente, fabricado o procesado que se descargue, evacue o abandone en el medio marino y costero [8].

Según el Grupo Conjunto de Expertos de las Naciones Unidas sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP por sus iniciales en inglés), entre el 60 y el 80% de la contaminación marina mundial por residuos sólidos proviene de fuentes y actividades terrestres. Resulta alarmante e imposible de sostener en el largo plazo, que cada año cerca de 8 millones de toneladas de plástico terminan en los océanos [9].

La mayoría de los residuos provienen del vertido indiscriminado y su inadecuada gestión en tierra, lo que da como resultado la migración a alcantarillas, ríos y arroyos, fluyendo hacia las áreas costeras. Además, otras fuentes son los residuos que se quedan en las playas producto del turismo y finalmente aquellos generados directamente en el mar, los cuales pueden haber sido dispuestos deliberada o accidentalmente por embarcaciones de recreo y cruceros, barcos de pesca y de transporte marítimo. Se contabilizan en este grupo los entregados en puertos, muelles y marinas [10].

Metodología

El abordaje metodológico para la elaboración del Plan Nacional de Residuos Marinos para Costa Rica se llevó a cabo en cuatro etapas:

a. Revisión documental

Con el fin de sustentar la línea base y conocer de procesos similares desarrollados en otros países o regiones, se analizaron documentos que contenían información sobre Planes Regionales y Nacionales para la gestión de los residuos marinos, leyes, reglamentos y artículos en revistas científicas sobre el tema.

b. Identificación de actores clave

Con base en el conocimiento de la realidad nacional y las lecturas realizadas, se hizo una primera identificación de actores clave para, de manera conjunta, analizar la situación actual del país y la problemática de los residuos marinos. Estos se agruparon en instituciones del sector público y municipal; empresas y organizaciones gremiales del sector privado (turismo, productores, gestores de residuos, comercio, entre otros); Organizaciones no Gubernamentales (ONG) y otras organizaciones de la sociedad civil que realizan labores de educación ambiental, limpieza de espacios públicos tales como parques, ríos y playas, entre otros; academia vinculada con investigación y monitoreo y organizaciones de cooperación internacional con proyectos relacionados y gobiernos amigos.

Esta primera lista se fue ampliando conforme se continuó el proceso y la identificación de nuevos actores. Además, las investigadoras se basaron en la matriz de influencia e importancia de actores utilizada en el Manual para la Elaboración de Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) para crear un instrumento en Excel y categorizarlos. Ese manual define la importancia como la “prioridad que tiene en el Plan Nacional de Residuos Marinos, la satisfacción de las necesidades e intereses del actor social y la influencia como el “grado en que un actor puede persuadir o presionar a otros en la toma de decisiones o en la implementación de acciones”.

c. Elaboración y aplicación de instrumentos para recolección de información

El análisis documental sirvió para la identificación de temas o información que se podía profundizar o actualizar con los actores identificados. Por lo tanto, se elaboraron varios tipos de instrumentos:

- Cuestionario en línea enviado a gestores ambientales municipales y a representantes de ONGs
- Guías de entrevistas específicas para diversos actores
- Encuesta para empresas del sector privado que pueden tener una incidencia en medidas para la reducción de la contaminación

Se obtuvo respuesta del sector gubernamental, municipalidades urbanas y costeras, ONGs, encargados de proyectos y/o comisiones de cooperación internacional, sector privado, sociedad civil e instituciones intersectoriales. Toda la información obtenida fue sistematizada e integrada a la línea base.

d. Ejecución de talleres y trabajo de comisiones con actores clave

Se realizaron cinco talleres con actores clave con diferentes objetivos cada uno. A continuación, éstos se detallan:

I Taller: Con una asistencia de 114 personas (65 mujeres y 49 hombres) de todos los sectores. El objetivo fue presentar el proyecto de elaboración del plan, validar la información recopilada y obtener datos adicionales para la línea base. Se desarrolló mediante una combinación de exposición en plenaria y trabajo en grupos.

II Taller: Este taller se centró en la formulación de la Visión del Plan, la definición de Ejes Estratégicos y Objetivos Específicos de cada Eje. Debido a los objetivos del taller y la metodología de trabajo utilizada, se convocaron a menos personas, teniendo una asistencia de 59 individuos (23 hombres y 36 mujeres).

Se combinó el trabajo en grupos, con sesiones en plenaria donde, la selección de la Visión se realizó mediante la herramienta de Jam board, que permitió a todas las personas votar y proponer mejoras.

Posteriormente, en el mismo II taller cada integrante del equipo técnico continuó trabajando en pequeñas comisiones con las personas integrantes de los grupos conformados por Eje. Esta actividad se realizó con el objetivo de concretar las acciones de cada Objetivo Específico.

III Taller: Este taller fue exclusivo con el sector privado. Previo a este, se realizó un acercamiento a un total de 29 empresas por medio de entrevistas/encuestas/un formulario/un cuestionario, que permitió conocer iniciativas y proyectos que se encontraban ejecutando o planificando, y que estuvieran vinculados a la gestión de residuos. Se obtuvieron 11 respuestas por parte de cámaras de empresarios, empresas productoras, distribuidoras, transformadoras, empresas que representan cosméticos, aromas, productos de limpieza, una unidad de cumplimiento voluntaria de medicamentos y una unidad de cumplimiento de residuos electrónicos.

Posteriormente se convocó al taller, donde asistieron 10 empresas. El objetivo de este fue que los representantes de las empresas e instituciones tuvieron un intercambio de ideas sobre cómo puede ser su participación en el desarrollo del plan, considerando su experiencia.

IV Taller: En este taller se continuó avanzando en la formulación del Plan Nacional, el taller se dividió en dos etapas. El objetivo de la primera parte fue trabajar en plenaria comentarios y sugerencias con propuestas de mejora, sobre los objetivos específicos y acciones de cada eje estratégico que habían sido previamente formulados. Se contó con la participación de 85 personas (41 hombres y 44 mujeres).

En la segunda etapa participaron 42 personas (19 hombres y 23 mujeres). Se retomó el trabajo en los subcomités según cada eje para continuar el proceso de construcción del PNRM, enfocados en propuestas de mejora de las acciones y la creación de los indicadores de logros.

V Taller: El objetivo de este Taller fue validar el contenido de la propuesta de PNRM, mediante una sesión plenaria y organizado según las diversas partes que componen el PNRM. Previamente al taller, se envió una copia del borrador del Plan con el fin de que las personas invitadas pudieran enviar sus comentarios y aportes por medio de un formulario diseñado y facilitado vía correo electrónico, también, las personas participantes realizaron sus aportes en el taller mediante el chat de la plataforma virtual o expresados de forma verbal.

En el taller participaron 76 personas (38 hombres y 38 mujeres).

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados del análisis de las fuentes terrestres y marinas de contaminación, así como, el impacto a los ecosistemas y el monitoreo:

Fuentes terrestres

En la literatura internacional cuando se discute sobre fuentes terrestres de contaminación se hace referencia a tres causas generales: gestión deficiente de los residuos, residuos intencionalmente dispuestos al ambiente y residuos no intencionalmente dispuestos al ambiente. Además, se señalan como principales fuentes la industria, el turismo, la agricultura, la construcción, alimentos, artículos del hogar, envases, refrescos y el comercio minorista. Se indica que llegan estos residuos a ríos, playas y mares por medio del alcantarillado pluvial, los residuos botados por las personas en las calles, la escorrentía en vertederos ubicados cerca de ríos o zonas costeras, el viento, el turista que visita playas o ríos y no maneja adecuadamente sus residuos [11].

Según los últimos datos del Ministerio de Salud [12], en el 2019 los residuos ordinarios generados en el país fueron 1 343 608 toneladas (aproximadamente 3732 ton/día). De estos el 79,71% corresponde a los hogares y el 20,29% a comercios e instituciones. En cuanto a la composición, los residuos orgánicos representan cerca del 52%, el papel y el cartón 12,5% y los plásticos un 12,3% (165 666, 86 toneladas anuales o 459 ton/día).

De los residuos generados se recolectan y llevan a disposición final el 93,25% (1 252 901 toneladas anuales), de los cuales el 86,5 % se disponen en rellenos sanitarios y vertederos. Actualmente en el país operan 7 rellenos sanitarios y 7 vertederos.

Debido al interés de identificar los residuos que podrían estar llegando a ríos, playas y mares, según el Primer informe Situación de la NAMA Residuos, cerca de 360 620 toneladas anuales no son recolectadas. 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. Dadas las limitaciones de información, no se puede afirmar que todos los residuos no recolectados son fugas al ambiente, ya que algunos pueden estar siendo recuperados para el reciclaje o en el caso de los residuos orgánicos, aprovechados para alimentación de animales o compostaje en los hogares, como es costumbre en las zonas rurales del país.

Según la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH), del Instituto Nacional de Estadística y Censos, desde el 2010 se mantiene la tendencia de que la mayoría de las familias entregan sus residuos a camiones recolectores y usan como segunda opción la quema o el enterramiento de los residuos y el vertido a un río, quebrada o mar, siendo este un hábito poco utilizado (0,07%) [13].

Por otra parte, una fracción de los residuos sólidos son separados en la fuente de origen, en las calles o en los vertederos para ser valorizados mediante procesos de reciclaje. Según el Ministerio de Salud, en 2019 se recuperaron 90 707 toneladas anuales (6,75%), de las cuales 39 827 toneladas fueron recicladas (2,96%) y 203 toneladas (0,02%) enviadas a co-procesamiento en las empresas cementeras.

No obstante, según información de 22 industrias que transforman residuos (cartón, vidrio, metales, plásticos (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS) en el 2019 se reciclaron 203 879 toneladas, que en el caso del cartón y el vidrio incluye la importación de residuos de países de la región Centroamericana y Caribe. También, varios flujos de residuos (tetrapack, PET, chatarra, aluminio, cobre y papel) se acopian y exportan a diversos destinos para su transformación. Según datos de la Dirección General de Aduanas del Ministerio de Hacienda, en el 2019 se exportaron 247 283 toneladas. Esta diferencia en los datos, que reporta el Ministerio de Salud y otras instancias gubernamentales, es un reflejo de la problemática de la metodología de recopilación de información.

Los principales factores financieros, institucionales y socioculturales que limitan el incremento de la recuperación y el reciclaje son: precios bajos de los materiales por lo que no cubren los costos de operación ni la inversión, un mercado nacional limitado, costos directos altos, costo del transporte desde zonas alejadas, dificultad de acceso a crédito, costos altos de los procesos de formalización y el exceso de requisitos, procesos complejos y lentos, falta de incentivos a la actividad, falta de estímulo a la compra de productos reciclados en el país, las limitaciones en la recolección selectiva municipal y la mala separación de materiales reciclables, especialmente el plástico.

La aplicación del principio de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), está normado con el Decreto N 38272-S: Reglamento para la Declaratoria de Residuos de Manejo Especial, que regula 14 tipos de residuos: llantas usadas, baterías ácido plomo, pilas de reloj y otras pilas, aires acondicionados, refrigeradoras, transporte de frío y equipos de refrigeración industrial, aceite lubricante usado, envases plásticos para contener aceites lubricantes, envases metálicos, plástico y vidrio para contener agroquímicos, artefactos eléctricos y electrónicos, fluorescentes y bombillos compactos, refrigerantes, colchones, poliestireno y vehículos automotores y equipo especial. No se incluyen aún otros envases ni embalajes. Actualmente están registradas ante el Ministerio de Salud 351 unidades de cumplimiento (organizaciones de productores responsables) que se dedican al manejo de estos residuos. Con respecto a los envases de agroquímicos aún no existe una unidad de cumplimiento conformada por los fabricantes o los importadores del producto, pero la Fundación Limpiemos Nuestros Campos (FLNC) anualmente recupera entre 250 a 350 toneladas de envases vacíos de insumos agropecuarios.

Otras empresas privadas del sector industrial y comercial, a las que no se les aplica la REP han implementado medidas para reducir o prevenir la generación de residuos. Entre estas están: empaque de productos a mayor volumen, para eliminar paquetes y residuos, sistema de rellenado de envases, recuperación de empaques post consumo (plásticos, tetra pak, aluminio y hojalata) para su reciclaje, reducción del plástico que coloca en el

mercado mediante el aligeramiento de sus envases, la utilización de resina de PET reciclada o el uso de envases de materiales alternativos como aluminio y vidrio retornable, recepción y disposición final de medicamentos no utilizables y acciones internas para el fomento del reciclaje entre el personal, entre otros. Así mismo, varias empresas están trabajando en nuevas medidas para implementar en el corto plazo, tales como el aumento de la renovabilidad y reciclabilidad de los envases, cambiar algunos productos comercializados por otros menos contaminantes, identificar nuevas alternativas de empaque para reducirlos y/o sustituirlos, aumento de las metas de recuperación post consumo de envases de productos puestos en el mercado.

Entre las iniciativas más importantes para la prevención en la generación de residuos, está la aprobación e implementación de la Estrategia Nacional de Sustitución de Plástico de un solo uso por alternativas renovables y compostables 2017-2021, coordinado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) y el Ministerio de Salud, que ha impulsado la sensibilización del comercio, de empresas de comidas, la realización de estudios de impacto del cambio en lo económico, social y ambiental, la oferta de fibras naturales en el país, aplicación de incentivos en municipios, proyectos de ley para la eliminación y la comercialización de productos de plástico de un solo uso, los fabricados con poliestireno expandido (conocido como estereofón) y los que incluyan microperlas o microplásticos y la prohibición para que las instituciones públicas adquieran este tipo de productos.

En el país se realizan actividades de limpieza en espacios públicos que incluyen playas, ríos, zonas urbanas, calles, sitios públicos, áreas subacuáticas, entre otros. Estas son impulsadas por las municipalidades, organizaciones, empresas, población civil y otras instituciones.

Las municipalidades plantean que los sitios críticos de acumulación de residuos son principalmente lotes baldíos, puentes, cafetales, aceras, quebradas, cunetas, calles y algunos parques. La manera de identificar estos botaderos ilegales varía según el cantón, pero indican que las denuncias ciudadanas y los asentamientos informales son los más usuales. En el centro de las ciudades se efectúa, además de la recolección de residuos, la limpieza de las vías, sin embargo, esto no evita el arrastre al alcantarillado pluvial. Es un reto estimar la cantidad de residuos mal dispuestos en los cantones y, por ende, conocer la cantidad de éstos que podrían estar llegando a los océanos por esta fuente. Las municipalidades registran las cantidades de residuos (o al menos el costo de disponerlos) que recogen en sus programas de eliminación de botaderos ilegales y en las campañas de limpieza de playas y de ríos, lo que representa el único método existente para cuantificar estos residuos mal dispuestos.

Con respecto a la gestión de residuos en las cuencas, existen varias iniciativas que tienen mayor o menor alcance según el empeño y coordinación de las subcomisiones, por ejemplo, la Comisión Interinstitucional de Proyecto Corredores Biológicos Interurbanos y Comisión Tárcoles y la Estrategia Nacional Ríos Limpios para la rehabilitación y recuperación de cuencas urbanas, que tienen un eje de trabajo específicamente de gestión de residuos sólidos.

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: sitios 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.

Las 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 actividad 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 registro 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, los resultados no han sido aún sistematizados.

Las posibilidades de transformación en nuevos productos, de los residuos recolectados en estas actividades de limpieza, es un reto ya que depende del estado de los materiales y las posibilidades de traslado. Usualmente, los residuos se envían a algún relleno sanitario en coordinación con la municipalidad.

Fuentes marinas

Según la revisión bibliográfica se puede resumir que, en Costa Rica se tienen dos fuentes principales de contaminación por residuos sólidos en el mar. La primera es el sector pesquero y la segunda el transporte marítimo. No se considera la contaminación proveniente de corrientes marinas, debido a que el impacto de los residuos existentes en las aguas oceánicas, no se puede determinar. Así como una contribución por los servicios turísticos en el océano.

En el sector pesquero, existe evidencia que se pueden generar, residuos como artes de pesca abandonadas en el mar, ya sea accidental o intencionalmente, las cuales producen impactos negativos directos sobre la economía al disminuir los productos comercializables, representan una amenaza para los pescadores, afectan los hábitats marinos y sus especies [1]. Se han evidenciado zonas de acumulación de residuos como la Isla del Coco [6] y especies marinas lesionadas o atrapados por ellos [2], [3], [4], [5]. Durante esta investigación se identificó, además, que el sector pesquero artesanal genera residuos ordinarios (como envases plásticos), artes de pesca (redes, cuerdas, líneas, anzuelos, nasas y boyas) y residuos de aceites y sus envases, así como baterías para el motor de las embarcaciones y la iluminación durante actividades de pesca nocturna. Semanalmente las cuerdas y los anzuelos son las artes que más se pierden debido a que estos quedan atrapadas en el medio, mientras que las boyas tienen una vida útil mayor, pero en ocasiones, se las roban. La gestión de los residuos de las artes de pesca es variada, en el caso de las redes, estas se intentan reparar o de reusar en cercas para gallinas o pollos. En general, muchos pescadores envuelven las artes de pesca en los residuos ordinarios con el fin de que no sean detectables y se los lleven los camiones recolectores del gobierno local, en otras ocasiones, son acumulados en sus hogares. Lamentablemente, en la mayoría de las ocasiones no tienen formas de disponerlos adecuadamente y existen pocas organizaciones o empresas que reciban este tipo de materiales para su transformación.

Por otro lado, los residuos que generan las embarcaciones que brindan servicios turísticos son en su mayoría residuos ordinarios (como envases de comida, refrescos y empaques), los cuales usualmente son gestionados por ellos mismos, junto con los residuos ordinarios de sus hogares que son recolectados por los gobiernos locales. Recalcan que sus operaciones están muy ligadas al bienestar del ecosistema y se ven afectados por la presencia de residuos y sus impactos.

En el país se identificaron seis puertos, cinco muelles y tres marinas en las costas Pacífico y Caribe, las cuales son administradas o fiscalizadas por instituciones públicas y otras de manera privada. La prestación de servicios para la gestión de residuos en los puertos se debe tramitar previamente por parte de los agentes navieros con una agencia portuaria [14], [15], la cual se pone en contacto con un gestor de residuos autorizado por el Ministerio de Salud y en el caso de los puertos o muelles administrados por el Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico (INCOP), estos deben estar autorizados por ellos también [16], [17]. INCOP realiza el cobro por la gestión de los residuos por tonelada para líquidos y sólidos. Entre los puertos de Caldera, Puntarenas y Golfito se recolectaron un total de 13 679 toneladas de residuos entre el 2016 y el 2020 [18]. En el caso del Caribe, se desconocen las cantidades y los costos de los servicios.

Los residuos recolectados no tienen un adecuado registro y seguimiento. Principalmente recolectan “sludge” o aceite quemado y residuos sólidos (plástico, vidrio, madera, cartón, papel, aluminio), los cuales son llevados a centros de recuperación, a la empresa CEMEX donde son coprocesados y a rellenos sanitarios. Estas empresas gestoras enfrentan dificultades con los trámites necesarios para su registro, ya que, éstos dependen de la administración correspondiente y existen grandes limitaciones para la aplicación de sanciones cuando los navíos incumplen la disposición de los residuos. Las denuncias por actos ilícitos en el mar y en los puertos se gestionan de manera distinta mediante procesos poco eficientes. Además, se indicó que el contacto con los agentes navieros se les dificulta ya que debe ser a través de las agencias portuarias.

Impacto a ecosistemas

Costa Rica posee una amplia diversidad de ecosistemas marinos, distribuidos en zonas estuarinas y costeras hasta zonas pelágicas y de elevada profundidad [19]. Lamentablemente, al igual que muchos otros ecosistemas marinos en el mundo, estos reciben una importante cantidad, aún no cuantificable de residuos sólidos, especialmente plásticos [1], [20], [21]. Las zonas costeras y estuarinas presentan una marcada afectación de gran variedad de especies de vertebrados e invertebrados marinos, especialmente en sus primeras etapas de vida [22], [23], [24]. Estos ecosistemas tienden a ser sumideros de residuos sólidos debido al efecto de los ríos y las mareas [25], [26]. Lo anterior, puede llegar a tener consecuencias en los organismos que las habitan, y afectar a las poblaciones humanas que depende económicamente de ellos, como lo son las especies de interés comercial, como pargos (peces), jaibas (crustáceos), pianguas (bivalvos), entre otros [27], [28], [29].

La ingesta de residuos sólidos representa un problema directo en la biota presente en estos ecosistemas, disminuyendo las abundancias y la salud de las poblaciones afectadas [30]. A escala mundial se realizan esfuerzos para dimensionar la realidad de la problemática con los residuos sólidos marinos con la finalidad de mejorar el estado de conocimiento del tema [31]. Sin embargo, en Costa Rica esta información es deficiente y poco articulada entre los mismos sectores encargados en la fiscalización de la temática.

Investigaciones a nivel global identifican a la actividad pesquera como una importante fuente de residuos sólidos, afectando entre otros, sistemas arrecifales debido a los generados por sus implementos de pesca o extravío de estos, modificando perjudicialmente a los ecosistemas que los presentan [32], [20], [33]. Asimismo, esta problemática incluye a su vez ambientes pelágicos, donde se han identificado acumulación de residuos por efectos de la dinámica de corrientes marinas y efecto de los vientos [34]. Gibbs et al. [35] indican que muchos de los componentes de estas grandes acumulaciones de residuos en mar abierto son residuos del sector pesquero, que a su vez representan una amenaza para la vida marina.

Los aportes fluviales corresponden a una de las principales fuentes de residuos sólidos en los ecosistemas marinos. Costa Rica posee un importante y diverso recurso hídrico, que debido al desarrollo industrial y urbanístico se ha deteriorado aceleradamente en especial en la Gran Área Metropolitana, en donde una parte de los residuos ordinarios son mal gestionados y terminan en las cuencas e inevitablemente en el mar. Existen iniciativas de algunas instituciones públicas y privadas, para capturar información sobre la contaminación marina, pero esta información no está accesible. La evaluación de los efectos del impacto de estos residuos es una necesidad a nivel global y país, con esta información se pueden desarrollar estrategias de mitigación dirigidas y eficaces [26], [36].

Monitoreo

Costa Rica ha elaborado un sistema de monitoreo para sus áreas protegidas enfocada a diferentes ecosistemas con información georreferenciada, sistematizada y con criterios técnicos-científicos que sean cotejables en el tiempo. Mediante el Decreto Ejecutivo No. 39747-SINAC, en el 2016, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), inició el Programa Nacional de Monitoreo Ecológico (PRONAMEC). Este tiene como objetivo evaluar el estado de salud ecológica de los objetos de estudio, identificando presiones y amenazas a los recursos evaluados. Estos PRONAMEC oficializados a nivel nacional, correspondientes a ecosistemas marinos son: playas rocosas, playas arenosas, manglares, arrecifes coralinos, arrecifes rocosos o bien es dirigido a conocer la salud de las poblaciones como cetáceos, tortugas marinas y peces pelágicos, además de cambio climático.

Cada uno de estos PRONAMEC integra un grupo de indicadores específicos para los respectivos ecosistemas, estableciendo rangos de variación mediante criterios científicos que permitan la fiscalización de posibles amenazas. De los protocolos actualmente oficializados, sólo el correspondiente a playas arenosas, contempla un indicador para residuos sólidos, el cual considera la recolección, la clasificación y la cuantificación de todos los residuos sólidos identificados en un área determinada, utilizando cinco categorías (vidrios, metales, plásticos, materiales celulósicos y otros) (SINAC, 2016). No obstante, la información

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

Este indicador dimensiona la posibilidad de contar con una herramienta con rigurosidad científica en cada uno de los protocolos existentes, para cuantificar el estado de los residuos sólidos en los diversos ecosistemas presentes en el país. La depuración y estandarización de este tipo de indicador generaría información sobre el estado de contaminación de los diversos ecosistemas, los cuales podrían ser comparados a su vez entre sí (propuesta de indicador a cada PRONAMEC en: Anexo 1). Adicionalmente, en la “Estrategia nacional para sustituir el consumo de plásticos de un solo uso por alternativas renovables y compostables 2017-2021” de Costa Rica, 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 MARPOL, al cual Costa Rica no se ha adherido aún, el cual busca la sistematización de la información sobre los residuos generados en puertos, muelles y marinas, con el objetivo de mejorar la gestión de éstos en esta temática. Así como: el Proyecto Asociaciones GloLitter, implementado conjuntamente por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Marítima Internacional (OMI), financiado por la Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo (NORAD) y asumida por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Ambiente y Energía, Ministerio de Obras Públicas y Transportes y Ministerio de Seguridad Pública, del cual también contribuye el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPECA), el cual tiene como objetivo general: “Iniciar un proceso para ayudar al país a prevenir y reducir la basura plástica marina de los sectores del transporte marítimo y la pesca, e identificar oportunidades para la reducción del uso de plástico en ambas industrias”. La finalidad de este es cuantificar los residuos sólidos en el mar, que ayuden a plantear opciones de mitigación al problema.

Normativa

Normativa internacional

Existen regulaciones ambientales a nivel internacional que influyen en cómo abordar el problema de los residuos marinos. Se cuenta con convenios, protocolos y acuerdos globales y regionales que se trasponen a instrumentos normativos a nivel regional y nacional respectivamente. En la Figura 1 se pueden observar diferentes instrumentos normativos internacionales vinculantes en la gestión de residuos marinos, a muchos de ellos Costa Rica ha confirmado con su adhesión.

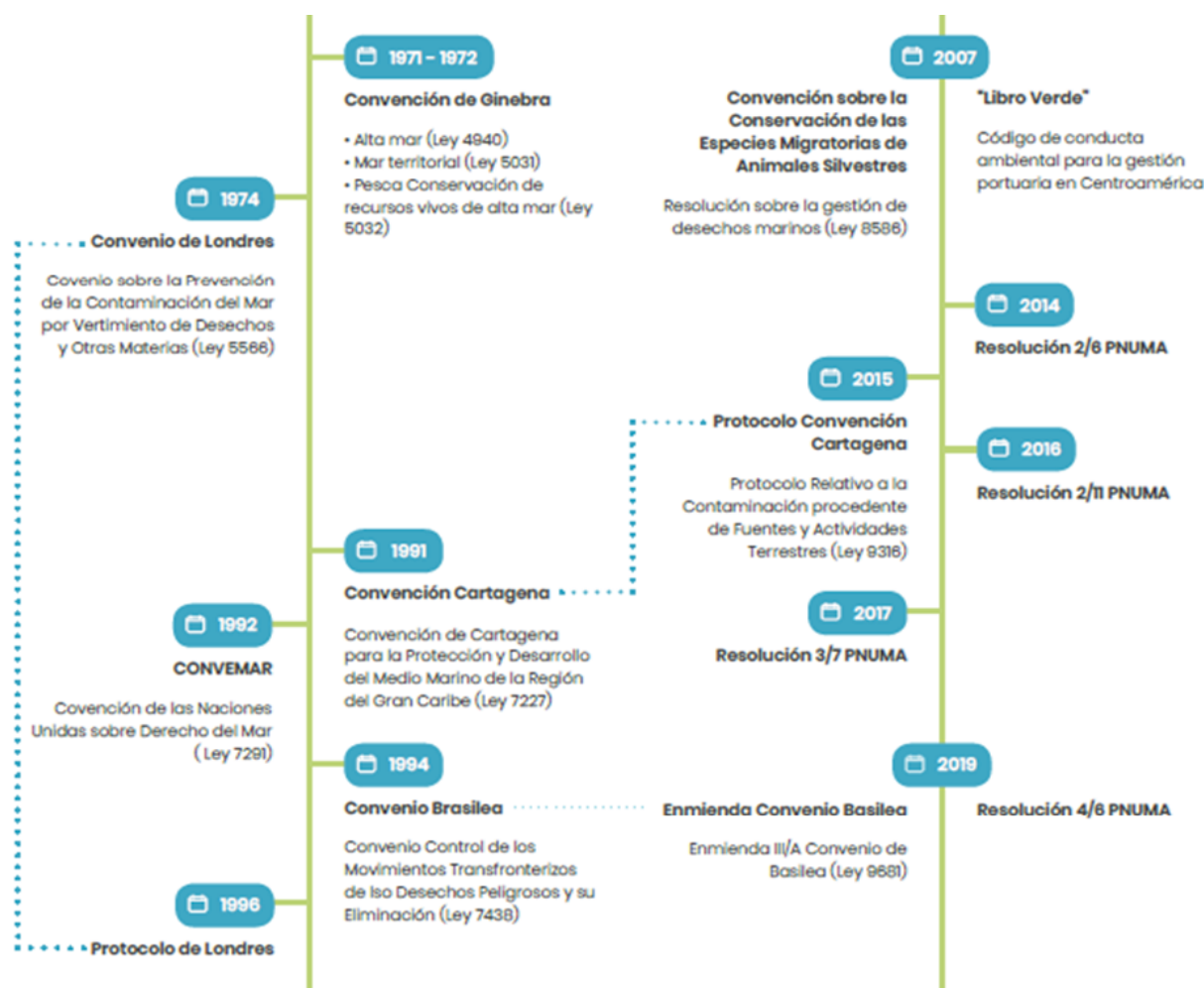


Figura 1

Instrumentos normativos internacionales vinculantes a la gestión de residuos marinos Datos tomados de Ministerio de Salud Plan Nacional de residuos marinos 2021-2030

Figura 1. Instrumentos normativos internacionales vinculantes a la gestión de residuos marinos. (Datos tomados de: Ministerio de Salud. Plan Nacional de residuos marinos 2021-2030)

Nota 1: Aquellos que mencionan una ley entre paréntesis, corresponden a los que Costa Rica ha aprobado su adhesión. Nota 2: El año indicado en la figura es el año correspondiente a la promulgación de la ley nacional relacionada con la aprobación de la adhesión del país, para aquellos que no aplique la adhesión (por ejemplo, resoluciones de PNUMA) el año mostrado corresponde a su creación.

Adicionalmente existe el “Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques” (MARPOL 73/78), el cual aborda la prevención y reducción de la contaminación del medio marino por los buques. En este se mencionan las distancias desde la tierra y la forma en que se pueden verter algunos residuos. Se indica la prohibición del vertimiento en el medio marino de toda clase de plásticos. Además, establece que los Gobiernos se deben comprometer a garantizar que en los puertos y terminales existan instalaciones y servicios de recepción de residuos con capacidad adecuada. Costa Rica no ha ratificado este convenio.

Normativa nacional

En Costa Rica se han desarrollado en los últimos años una variedad y cantidad de normativa y herramientas de planificación que guían el proceso de la gestión integral de residuos, muchas de ellas en estrecha relación y

directamente vinculante con el problema de los residuos marinos. En la figura 2 se muestran los principales instrumentos normativos.



Figura 2

Instrumentos normativos nacionales vinculantes a la gestión de residuos marinos Datos tomados de Ministerio de Salud Plan Nacional de residuos marinos 2021-2030

Figura 2. Instrumentos normativos nacionales vinculantes a la gestión de residuos marinos. (Datos tomados de: Ministerio de Salud. Plan Nacional de residuos marinos 2021-2030)

Nota: La fecha indicada corresponde al año de entrada en vigencia o creación del instrumento normativo.

Adicionalmente, hay gran cantidad de reglamentos relacionados a la temática. De manera general se pueden mencionar:

- Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios (Decreto 36093-S).
- Reglamento General de la Ley para la Gestión Integral de Residuos (Decreto 37567-S-MI)
- Reglamento para la declaratoria de residuos de manejo especial (Decreto 38272-S).
- Reglamento sobre Llantas de Desecho (Decreto 33745-S).
- Reglamento para la Gestión Integral de los Residuos Electrónicos (Decreto 35933-S).

Educación, sensibilización e información

Respecto a la educación formal, el Ministerio de Educación Pública (MEP) ejecuta desde el 2009 el programa de Educación Marina, no obstante, tanto ese programa como el de Gestión Integral de Residuos, se encuentran en proceso de actualización, elaboración de recursos didácticos y metodológicos que los acompañen. El Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) tiene un módulo relacionado con la gestión de los residuos en los puertos, muelles y marinas, con una baja demanda. Por otra parte, el SINAC realiza algunas acciones en las áreas de conservación con territorio marino.

En cuanto a las acciones de capacitación, sensibilización e información, en el tema de residuos sólidos y marinos estas son impulsadas tanto por instituciones públicas como sector privado y ONGs.

En el país se impulsan diversas iniciativas tales como la marca país Esencial Costa Rica, el PBAE, la Certificación de Sostenibilidad Turística (CST) del Instituto Costarricense de Turismo (ICT) y recientemente la prohibición de plásticos de un uso en las Áreas Silvestres Protegidas (ASP).

Se reportan también, campañas nacionales que tienen como objetivo cambiar hábitos y costumbres en el manejo de los residuos sólidos entre ellas: Tan fácil como, Chao Plástico Desechable, Campaña contra el plástico: Reutilizando el plástico, Limpiathon, ¡¿Diay Jacinto?!, Sinbolsasporfavor, Proyecto ECOBOT y Ecoins, Ambientados, #yomecomprometo de la Estrategia Nacional de sustitución de plástico de un solo uso, y “Separa y Vencerás.

Investigación, desarrollo, innovación

La investigación en temas de residuos marinos es incipiente y se desarrolla principalmente en las instituciones de educación superior. Se han investigado microplásticos en invertebrados acuáticos, en playas en el Pacífico y en el litoral Atlántico, así como en especies marinas del Parque Nacional Marino Las Baulas. 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. Además, se desarrolla actualmente el proyecto Glolitter apoyado por NORAD, OMI y FAO que apoya a los países en desarrollo, 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 y el proyecto Promar por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación Natural y Seguridad Nuclear, que tiene como objetivo reducir la cantidad de plásticos que llegan al Mar Caribe desde fuentes terrestres, promoviendo a nivel regional soluciones integradas enfocadas en las fuentes en República Dominicana, Costa Rica y Colombia.

En la actualidad, aunque se han creado algunas normas nacionales para el etiquetado y la certificación de productos, no existen laboratorios que puedan realizar pruebas de: composición de plásticos, plásticos biodegradables, compostables, compostables en ambiente marino, biodegradabilidad y renovabilidad de otros materiales. Tampoco identifican alianzas estratégicas con ONGs, sector privado, gobiernos locales, academia y otros actores de la sociedad civil, que permitan la innovación, así como que la presencia de muchas barreras de carácter institucional, financiero, tecnológico, sociocultural y legal que permitan el fortalecimiento de empresas procesando materiales o nuevas que transformen y desarrollen nuevos productos.

Conclusiones y recomendaciones

1. Costa Rica ha avanzado en la gestión integral de residuos sólidos, pero se requiere el fortalecimiento por medio de la incorporación de componentes de planificación y herramientas dirigidas a prevenir los residuos marinos, así como mejorar la limpieza de los espacios públicos.

2. La implementación de estrategias de Responsabilidad Extendida del Productor, de Responsabilidad Compartida y de Economía Circular, permiten la prevención y reducción de la contaminación marina por

residuos sólidos. El país debe apoyar los esfuerzos para el diseño y ejecución de sistemas o modalidades voluntarias para residuos clave.

3.El país carece de protocolos y metodologías de gestión para la prevención, recolección y separación que conlleven a la sistematización y análisis de datos para la toma de decisiones, por lo que se deben desarrollar sistemas que lo permitan.

4.La cantidad de residuos marinos producidos por el transporte marítimo, el sector pesquero, las actividades acuáticas y el turismo es aún desconocido. Se deben realizar estudios para determinar el aporte de esas fuentes a la contaminación en ambos mares, así como los principales problemas y limitaciones que enfrenta cada sector, con el fin de trazar rutas de acción que promuevan la prevención y mitigación de los residuos producidos por fuentes marinas.

5.El estado de la infraestructura y equipo para la gestión de residuos presente en los puertos, muelles y marinas es desconocido por lo que se debe determinar la situación actual sobre la prestación de servicios de gestión de residuos en ellos, así como diseñar y construir la infraestructura adecuada y la aplicación de una estrategia del manejo técnico, administrativo y financiero de los residuos en el sitio y su coordinación con los gestores autorizados.

6.Existen programas formales educativos enfocados en el tema de residuos marinos, pero estos deben de ser actualizados e implementados por parte del Ministerio de Educación Pública (MEP).

7.Diversas instituciones y organizaciones han realizado campañas de información intersectoriales y han implementado acciones que fomentan la educación no formal para el cambio de hábitos en la gestión de residuos terrestres y marinos. Se debe continuar con el fortalecimiento de la educación no formal mediante la coordinación de acciones intersectoriales y campañas de información.

8.Costa Rica ha dado la adhesión a diversos Convenios y Protocolos Internacionales que fomentan la gestión integral de los residuos marinos, pero debe elaborar instrumentos técnicos, normativos y leyes que permitan lograr la adopción de esa normativa internacional.

9.En el país existe gran cantidad de normativa relacionada a la gestión de residuos sólidos, que si bien, está estrechamente relacionada e incluye a los residuos marinos, no mencionan de forma clara y expresa a estos. Además, la normativa no cita explícitamente los residuos generados por el sector pesquero y de navíos mercantes, tanqueros, turísticos y de pasajeros, nacionales ni extranjeros.

10.La investigación sobre residuos marinos es incipiente por lo que se debe desarrollar una línea fuerte en esta área y su socialización mediante programas de extensión que reduzcan los residuos marinos y sus impactos negativos al ambiente.

11. Empresas transformadoras de residuos han realizado esfuerzos para dar valor a éstos, por lo que se recomienda eliminar las barreras que enfrentan para la innovación mediante un entorno externo que favorece la empresariedad.

12.El país posee una mala gestión de la información sobre la incidencia de residuos sólidos por lo que esta se debe gestionar con mecanismos de vigilancia en los ecosistemas marino-costeros.

13.El país no cuenta con un sistema estandarizado y cotejable en el tiempo sobre la incidencia de residuos sólidos en los ecosistemas marino-costeros, por lo que una base de datos sólida y sistematizada permitiría un mejor sistema de control y de información para todo público.

14.En la actualidad, aunque se han creado algunas normas nacionales para el etiquetado y la certificación de productos, no existen laboratorios que puedan realizar pruebas de: composición de plásticos, plásticos biodegradables, compostables, compostables en ambiente marino, biodegradabilidad y renovabilidad de otros materiales.

15.El sector privado, las ONGs, la comunidad científica, los países amigos y las agencias de cooperación han brindado mucho apoyo a las municipalidades y al gobierno central en los esfuerzos de prevención y gestión integral de residuos sólidos.

16. Para lograr el desarrollo de todas las acciones estratégicas del Plan se necesitan a todos los sectores involucrados participando desde los aspectos que les corresponde. El sector privado y las ONGs son esenciales en la asistencia a las municipalidades para el impulso de programas y proyectos. Las agencias de cooperación y países amigos apoyan mediante mecanismos de cooperación técnica y/o financiera donde se den intercambios de experiencias Norte-Sur, Sur-Sur, de tal manera, que se logre un plan eficiente en la gestión de los residuos marinos.

17. La comunidad científica internacional podría proporcionar información y tecnologías sobre aspectos relevantes que serán de gran utilidad para establecer las mejores estrategias para prevenir y gestionar los residuos marinos.

Agradecimientos

Este proyecto se lleva a cabo bajo el marco del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Centroamérica y República Dominicana (DR CAFTA), apoyado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y su asociado Battelle. Tuvo, además, el apoyo del Punto focal del DR CAFTA, representado por la Directora de la Dirección de Cambio Climático, Patricia Campos Mesén.

La construcción de este plan fue supervisada y validada por el Comité Interministerial, conformado por el Gabriel Rodríguez Castillo del Viceministerio de Agua y Mares, MINAE, Olman Mora Navarro, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, MINAE y Olga Segura Cárdenas del Ministerio de Salud.

Referencias

- [1] FAO. (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) (2016). Abandoned, lost and discarded gillnets and trammel nets. E. Gilman et al (ed.). Roma, Italy
- [2] Céspedes-Jiménez, J. (2021) Pescador. Comunicación personal. Conversando sobre impacto ambiental y en el sector pesquero producto de los residuos marinos» Cabuya, Puntarenas, Costa Rica
- [3] Rodríguez-Ugalde, J. (2021) «Pescador. Comunicación personal. Conversando sobre el impacto ambiental y en el sector pesquero producto de los residuos marinos». Mal País, Puntarenas, Costa Rica
- [4] Salazar-Rodríguez, E. (2021) «Pesca turística. Comunicación personal. Conversando sobre el impacto ambiental y en el sector pesquero producto de los residuos marinos.» Cabuya, Puntarenas, Costa Rica
- [5] Sanchez-Segura, E. (2021). «Pescador. Comunicación personal. Conversando sobre impacto ambiental y en el sector turismo producto de los residuos marinos». Cóbano, Puntarenas, Costa Rica
- [6] Montero-Cordero, A. (2018). Plástico en el mar ¿tiramos nuestro esfuerzo por la borda? En Revista de Biología Tropical. <https://doi.org/10.15517/RBT.V0I1.34794>
- [7] UN (United Nations). (2007). Resolution adopted by the General Assembly on 22 December 2007: Sixty-second session (Agenda, item 77 (a), pp. 22-37). UN. <https://doi.org/10.1017/s0251107x00020617>
- [8] UNEP/OSPAR. (2009). Marine Litter: A Global Challenge. Nairobi. <https://stg-wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/31632/MLAGC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [9] GESAMP. (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment 2nd phase. Reports and Studies GESAMP, 90, 96. ISSN: 1020-4873%5Cnhttp://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics_full_study.pdf
- [10] Corbin, C., Wedemier-Graham, S., & Franc, E. (2014). Regional Action Plan on Marine Litter Management (RAPMaLi) for the Wider Caribbean Region.
- [11] UNEP, & GRID-Arendal. (2016). Marine Litter Vital Graphics. United Nations Environment Programme and GRID-Arendal. Nairobi and Arendal. www.unep.org, www.grida.no
- [12] Ministerio de Salud (2019). Documento entregado por Olga Segura Cárdenas, durante la búsqueda de información sobre residuos sólidos en Costa Rica
- [13] Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2019). ENAHO. Total de viviendas por sistema de eliminación de basura según zona y región, 2010-2019. https://www.inec.cr/medio-ambiente/practicas-mediambientales-en-los-hogares?keys=Encuesta+nacional+de+hogares+&shs_term_node_tid_depth=All&field_periodo_tid=All&field_anio_documento_value%5Bvalue%5D%5Bdate%5D=2011
- [14] Salas Monge, A. (2021) «Comunicación personal. Conversando sobre procedimiento para recibo de residuos provenientes de Empresas Navieras a su arribo a puertos.» Director Ejecutivo en la Cámara Costarricense de Navieros (NAVE).
- [15] Sotela-Vargas, F. (2021). «Comunicación personal. Conversando sobre procedimiento para recibo de residuos provenientes de Cruceros a su arribo a puertos». Director Ejecutivo de la Asociación Costarricense de la Industria de Cruceros (ACIC)
- [16] Jackson, B. y Jackson, V. (2021) «Comunicación personal». Serviport S.A.
- [17] Rodríguez-Herrera, J. (2021) «Comunicación personal». Sludge and Waste Reception Company S.A.
- [18] INCOP. (Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico). (2021). Planificación Institucional.

- [19] Wehrtmann, I. S., & Cortés, J. (2009). Marine biodiversity of Costa Rica, Central America. 538. <https://doi.org/978-1-4020-8277-1>
- [20] Lively, J. A., & Good, T. P. (2019). Ghost Fishing. *World Seas: An Environmental Evaluation Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*, 183-196. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805052-1.00010-3>
- [21] Schuyler, Q., Hardesty, B. D., Wilcox, C., & Townsend, K. (2014). Global Analysis of Anthropogenic Debris Ingestion by Sea Turtles. *Conservation Biology*, 28(1), 129–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/cobi.12126>
- [22] Berkström, C., Eggertsen, L., Goodell, W., Cordeiro, C. A. M. M., Lucena, M. B., Gustafsson, R., Bandeira, S., Jiddawi, N., & Ferreira, C. E. L. (2020). Thresholds in seascape connectivity: the spatial arrangement of nursery habitats structure fish communities on nearby reefs. *Ecography*, 43(6), 882-896. <https://doi.org/10.1111/ecog.04868>
- [23] Glazner, R., Blennau, J., & Armitage, A. R. (2020). Mangroves alter predator-prey interactions by enhancing prey refuge value in a mangrove-marsh ecotone.
- [24] Marley, G., Deacon, A., Phillip, D., & Lawrence, A. (2019). Mangrove or mudflat: prioritising fish habitat for conservation in a turbid tropical estuary. *Marine Ecology Progress Series*, 632, 13-25.
- [25] Ivar do Sul, J., Costa, M., Silva-Cavalcanti, J., & Araújo, M. (2014). Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch. *Marine Pollution Bulletin*, 78(1), 252-257.
- [26] Luo, Y., Not, C., & Cannicci, S. (2021). Mangroves as unique but understudied traps for anthropogenic marine debris: A review of present information and the way forward. *Environmental Pollution*, 271, 116-291. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116291>
- [27] Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environmentA review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, 102, 165-176. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>
- [28] Martin, C., Baalkhuyur, F., Valluzzi, L., Saderne, V., Cusack, M., Almahasheer, H., & Duarte, C. M. (2020). Exponential increase of plastic burial in mangrove sediments as a major plastic sink. *Science Advances*, 6(44). <https://doi.org/https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz5593>
- [29] Rodrigues, S. M., Almeida, C. M. R., Silva, D., Cunha, J., Antunes, C., Freitas, V., & Ramos, S. (2019). Microplastic contamination in an urban estuary: Abundance and distribution of microplastics and fish larvae in the Douro estuary. *Science of the Total Environment*, 659, 1071-1081. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.273>
- [30] Setälä, O., Norkko, J., & Lehtiniemi, M. (2016). Feeding type affects microplastic ingestion in a coastal invertebrate community. *Marine Pollution Bulletin*, 102(1), 95-101. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2015.11.053>
- [31] Jorgensen, B., Krasny, M., & Baztan, J. (2020). Volunteer beach cleanups: civic environmental stewardship combating global plastic pollution. *Sustainability Science* 2020 16:1, 16(1), 153-167. <https://doi.org/10.1007/S11625-020-00841-7>
- [32] de Carvalho-Souza, G. F., Llope, M., Tinôco, M. S., Medeiros, D. V., Maia-Nogueira, R., & Sampaio, C. L. S. (2018). Marine litter disrupts ecological processes in reef systems. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 464-471. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2018.05.049>
- [33] Valderrama Ballesteros, L., Matthews, J. L., & Hoeksema, B. W. (2018). Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. *Marine Pollution Bulletin*, 135, 1107-1116. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2018.08.033>

- [34] Franceschini, S., Mattei, F., D'Andrea, L., Di Nardi, A., Fiorentino, F., Garofalo, G., Scardi, M., Cataudella, S., & Russo, T. (2019). Rummaging through the bin: Modelling marine litter distribution using Artificial Neural Networks. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110580. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2019.110580>
- [35] Gibbs, S. E., Kent, C. P. S., Slat, B., Morales, D., Fouda, L., & Reisser, J. (2019). Cetacean sightings within the Great Pacific Garbage Patch. *Marine Biodiversity* 2019 49:4, 49(4), 2021-2027. <https://doi.org/10.1007/S12526-019-00952-0>
- [36] Yaney-Keller, A., Tomillo, P. S., Marshall, J. M., & Paladino, F. V. (2019). Using Unmanned Aerial Systems (UAS) to assay mangrove estuaries on the Pacific coast of Costa Rica. *PLOS ONE*, 14(6), e0217310. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0217310>



Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=699875484011>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la
academia

Lilliana Abarca-Guerrero, Andrea Acuña-Piedra,
María Angélica Astorga-Pérez, Karol Ulate-Naranjo,
Susy Lobo-Ugalde, Victoria Rudin-Vega
**Análisis de la situación actual de residuos marinos en
Costa Rica**

Marine litter present situation in Costa Rica

Tecnología en marcha

, p. 118

vol. 36, núm. 2 134

2023

Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

revistatm@itcr.ac.cr

/ ISSN-E: 2215-3241