

Supported by:



based on a decision of the German Bundestag



Prevención de Residuos Marinos en el Mar Caribe Promoviendo Soluciones de Economía Circular

Estudio de Línea base

Residuos identificados en los sitios de monitoreo en el Mar Caribe de Costa Rica

Agosto 2022



Project Implemented by:



Supported by:



based on a decision of the German Bundestag



Agradecimientos

La presente información se desarrolló gracias al apoyo del Departamento Ambiental y el Departamento de Operaciones Municipalidad de Limón.

En especial se quiere agradecer el apoyo brindado por los funcionarios de la Municipalidad de Limón, la Arq. Rosenda Obando del Departamento de Operaciones, encargada de gestionar el servicio de recolección de residuos sólidos ordinarios en el cantón; y a los funcionarios Dasaeth Chávez y Jose Lee por aportar los datos utilizados en el análisis de flujo de residuos de Cieneguita y coordinar el acompañamiento del equipo de CEGESTI en las rutas de recolección de residuos. También se agradece a la empresa administradora del relleno sanitario por la información brindada para el instrumento.

Se agradece también al Ing. Antonio Babb y Juan Carlos Barrantes del Departamento Ambiental, quienes han sido los principales colaboradores del proyecto PROMAR en la Municipalidad de Limón, y quienes coordinaron la colaboración con el Departamento de operaciones por ayudar a coordinar sin cuya colaboración no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

La información recabada en los sitios de monitoreo de playa fue obtenida gracias al apoyo de actores locales quienes tuvieron total disposición de aportar sus conocimientos e inquietudes sobre la gestión de residuos en sus comunidades.

Colaboradores en Puerto Viejo

Municipalidad de Talamanca, Corredor Biológico Talamanca Caribe, Cámara de Comercio y Turismo del Caribe Sur, Asociación de Desarrollo Integral del Puerto Viejo y la Asociación Puerto Viejo Más limpio.



Colaboradores en Cieneguita

Municipalidad de Limón, Transporte Acuático Isla Uvita Ecotours, Fundación Waves & Smiles Costa Rica y la Asociación de Fútbol Mixta del Caribe.



Colaboradores en Tortuguero

Municipalidad de Pococí, Área de Conservación Tortuguero, Sea Turtle Conservancy, Asociación de Voluntarios para el Servicio en las Áreas Protegidas (ASVO-Tortuguero), Estación Biológica Caño Palma, Covirenas y la Asociación Planta Recicladora de Basura de Barra del Tortuguero de Pococí



Por último, se quiere agradecer la participación y colaboración del estudiante Jose Pablo Meneses de la Universidad de Costa Rica quién apoyó en las labores de recolección de información en campo.

Project Implemented by:

II



Supported by:



based on a decision of the German Bundestag



Tabla de Contenidos

Agradecimientos	II
1. Introducción	1
2. Principales resultados	2
3. Contexto país y de las áreas de estudio	3
3.1. Situación de los residuos marinos en Costa Rica	3
3.2. Áreas de estudio en el Caribe costarricense	5
4. Metodologías aplicadas	11
5. Muestreo de residuos sólidos en playa	13
5.1. Muestreo de residuos en Puerto Viejo	13
5.1.1. Área de muestreo en Puerto Viejo	13
5.1.2. Resultados del Muestreo en Puerto Viejo	14
5.1.3. Observaciones en el Sitio de Puerto Viejo	17
5.2. Muestreo de residuos en Cieneguita	18
5.2.1. Área de muestreo en Cieneguita	18
5.2.2. Resultados del Muestreo en Cieneguita	19
5.2.3. Observaciones en el Sitio de Cieneguita	23
5.3. Muestreo de residuos en Tortuguero	27
5.3.1. Áreas de muestreo en Tortuguero	27
5.3.2. Resultados del Muestreo en Tortuguero	28
5.3.3. Observaciones en el Sitio de Tortuguero	35
6. Análisis de fugas de residuos	38
6.1. Objetivo y alcance del estudio	38
6.2. Recopilación y Registro de Información Cuantitativa	39
6.2.1. Datos de Generación	39
6.2.2. Datos de Tratamiento y Disposición	40
6.3. Recopilación y Registro de Información Cualitativa	43
6.3.1. Potenciales de Liberación de Plástico al Ambiente	45
6.3.2. Destinos del Plástico Liberado al Ambiente	50
6.4. Resultados	55

Project Implemented by:

III



Supported by:



based on a decision of the German Bundestag

6.4.1. Resultados Generales de Generación, Tratamiento y Disposición	55
6.4.2. Destino de los Residuos Plásticos Liberados al Ambiente	56
7. Conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas	58
7.1. Conclusiones y recomendaciones específicas de los sitios	58
7.1.1. Muestreo de residuos sólidos en playa	58
7.1.2. Análisis de fugas de residuos	62
7.1.3. Lecciones aprendidas en la aplicación de ambas metodologías	65
7.2. Conclusiones y recomendaciones para futuros estudios	66
Referencias	68
Anexo 1: Información General de los Muestreos	69
Información del Muestreo en Puerto Viejo	69
Etapa de recolección	69
Etapa de separación y muestreo	69
Información del Muestreo en Cieneguita	71
Etapa de recolección	71
Etapa de separación y muestreo	71
Información del Muestreo en Tortuguero	73
Etapa de recolección	73
Etapa de separación y muestreo	73
Información del Muestreo en Playa Norte	75
Etapa de recolección	75
Etapa de separación y muestreo	75
Anexo 2: Valoración de aspectos cualitativos MFA	77
Collection containers	77
Loading method	78
Primary transportation	78
Multiple handing	78
Recyclables extraction method	79
Transportation method	80
Disposal of rejects	80
Disposal of rejects	81
Capacity vs load	81

Project Implemented by:

IV



Supported by:



based on a decision of the German Bundestag



Waste containment	81
Vehicle Cover	82
Environmental hazards	82
Exposure to weather	83
Waste handling	83
Coverage	83
Burning	84
Fencing	84
Frequency of rainfalls	84
Drain cleaning	85
Level of open burning	85
Level of plastic dumped to the land	86
Level of plastic dumped to drains	87
Level of plastic dumped to waterbodies	89
Level of plastic on land	89
Level of plastic in drains	90
Level of open burning	91
Level of plastic dumped to the land	92
Level of plastic dumped to drains	93
Level of plastic dumped to waterbodies	94
Level of open burning	95
Level of plastic dumped to the land	95
Level of plastic dumped to drains	96
Level of plastic dumped to waterbodies	97
Level of plastic on land	98
Level of plastic in drains	99
Proximity of waterbodies	100

Project Implemented by:

V



1. Introducción

En el marco del proyecto: Prevención de Residuos Marinos en el Mar Caribe (PROMAR), CEGESTI desarrolló actividades para establecer el contexto inicial de los residuos sólidos en playa asociados a tres sitios ubicados en el Caribe costarricense. Este estudio comprende el análisis de fugas de los residuos plásticos que provienen de fuentes terrestres y el muestreo de residuos sólidos en playa aplicado en Cieneguita, Puerto Viejo y Tortuguero.

El estudio contó con el apoyo de la Sra. Gabriela Otero, consultora de ABRELPE y del Sr. Paolo Facco, consultor de Adelphi, asesores técnicos a los diferentes equipos de PROMAR en Costa Rica, Colombia y República Dominicana.

2. Principales resultados

Los objetos de plástico constituyen los principales residuos sólidos que se depositan en las playas costarricenses. De acuerdo al Ministerio de Salud para el año 2019, el 25% de los residuos sólidos que se producen a diario terminan acumulados en ríos y playas.

Los resultados del estudio de línea base confirman esta afectación en los tres sitios seleccionados en el Caribe costarricense.



Área de muestreo: 3105 m²
 Principal residuo recolectado: estereofón y plástico.
 Fuentes: consumo local y corrientes marinas
 Total de artículos en el transecto: 1787
 Total artículos plásticos y estereofón: 1664
 Concentración general (artículos/m²): 0,57
 Concentración de plástico y esterofón (artículos/m²): 0,53

Área de muestreo: 192 m²
 Principal residuo recolectado: estereofón y plástico.
 Fuentes: mal manejo de residuos de áreas urbanas que colindan con río Cieneguita.
 Total de artículos en el transecto: 1174
 Total artículos plásticos y estereofón: 1005
 Concentración general (artículos/m²): 6,11
 Concentración de plástico y esterofón (artículos/m²): 5,23

Área de muestreo: 855 m²
 Principal residuo recolectado: vidrio y colillas de cigarro.
 Fuentes: actividad comercial y turística
 Total de artículos en el transecto: 1623
 Total artículos plásticos y estereofón: 392
 Concentración general (artículos/m²): 1,89
 Concentración de plástico y esterofón (artículos/m²): 0,45

A fin de conocer la afectación de residuos plásticos de poliestireno identificado en los tres sitios de monitoreo, se presenta a continuación el índice de limpieza de playa (CCI: Coast Clean Index del Programa Costa Limpia), el cual permite categorizar los resultados obtenidos según las siguientes categorías de limpieza en ecosistemas (En el anexo 3 se detalla información sobre la metodología de cálculo)

Índice de Limpieza	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	20
	Muy limpio No se observan residuos en el transecto.	Limpio No se observan residuos en la mayoría del transecto.	Moderado Se observan algunos residuos en el transecto.	Sucio Demasiados residuos observados en el transecto.	Extremadamente sucio Residuos cubren todo el transecto.
Tortuguero (1664 / 3105) x 20 = 10,71				x	
Cieneguita (1005 / 192) x 20 = 104,68					x
Puerto Viejo (392 / 855) x 20 = 9,16			x		

En el caso de Cieneguita, gracias a la información y disposición del área Ambiental y el área de Operaciones de la Municipalidad de Limón, se genera mediante la herramienta WFD un modelo que describe el flujo de los residuos plásticos del área el cual indica:

- Generación de 18 903 toneladas de residuos sólidos año, de los cuales, el sistema de gestión de residuos logra recolectar el 95%.
- De las 2780 toneladas de plástico que entrar al sistema de gestión de residuos, el 95,8% se disponen en el relleno sanitario. Solo el 0,7% son recuperados para su valorización mientras que el 3,5% se pierde en el medio ambiente.
- De acuerdo al modelo, 152 toneladas de residuos plásticos son liberadas al ambiente desde el área de estudio. De estas, un 32% termina disponiéndose cada año en cuerpos de agua superficial como ríos y el Mar Caribe.

La principal razón de la inadecuada disposición de residuos se refiere a malas prácticas por parte de la comunidad al dejar en vía pública los residuos indistintamente si pasa o no el servicio de recolección municipal. Sumado a lo anterior se identifica una baja tasa de reciclaje.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de ambas metodologías refuerzan la necesidad de implementar acciones enfocadas a 3 grandes líneas de acción, la educación y sensibilización (las cuales entre otras actividades considera la participación en campañas de recolección de residuos valorizables), la recolección de residuos valorizables, el reciclaje y acopio de residuos valorizables. La sostenibilidad de estas medidas es planteada a través de su integración al plan municipal de residuos sólidos.

Contexto país y de las áreas de estudio

2.1. Situación de los residuos marinos en Costa Rica

En Costa Rica, 4.000 toneladas de residuos sólidos se producen a diario, de los cuales el 25% termina acumulado en ríos y playas (Ministerio de Salud et. al, 2019).

La industria del plástico es la tercera industria más grande de Costa Rica, y, además, el país el mayor importador de plástico de toda Centroamérica. El Ministerio de Hacienda reportó una producción anual de 600 millones de botellas de plástico desechable para 2017, de las cuales casi el 90% no fueron recolectadas y terminaron acumuladas en cuencas hidrográficas, costas y ambientes marinos (TEC, 2018).

Los objetos de plástico constituyen los principales residuos sólidos que se depositan en las playas costarricenses, tanto en el océano Pacífico como en el Caribe, según los estudios realizados por el Centro de Investigaciones en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

Los estudios en Costa Rica en torno a cinco grupos de residuos: vidrio, metal, plástico, materiales celulósicos (orgánicos) y otros, muestran que el plástico fue el que presentó los mayores porcentajes de los residuos recolectados en playas del Pacífico, del Caribe y en la Isla del Coco (UCR, 2010).

Se estima que en las playas más contaminadas de Costa Rica se pueda encontrar un promedio de 2500 botellas plásticas por cada kilómetro de línea de costa (Mar Viva, 2021).



Fotografía 1: Playa Cieneguita, Limón (CEGESTI, 2021)

Costa Rica cuenta con varios instrumentos de planificación, políticas y estrategias dirigidas a reducir la problemática de residuos marinos provenientes de territorio costarricense:

- Estrategia Nacional para la Sustitución de Plásticos de un solo Uso (2016 -2021)
- Directriz N°SINAC-DE-944-2020: Prohibición de plásticos de un solo uso en Parques Nacionales y Reservas Biológicas (2021)
- Ley número 9786 para Combatir la Contaminación por Plástico y Proteger El Ambiente (2019)
- Plan Nacional de Residuos Marinos (2021- 2030)

2.2. Áreas de estudio en el Caribe costarricense

Con base en criterios de evaluación fueron seleccionados tres sitios de estudio. El proceso incluyó visitas de campo y entrevistas con diferentes actores locales que aportaron información específica de cada uno de los sitios como: el nivel de contaminación; forma, dimensiones y acceso a cada una de las playas; y la disposición de municipalidades y diferentes organizaciones a colaborar en el proyecto. Así mismo se tomó el criterio de las contrapartes del proyecto PROMAR en Costa Rica, el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía.

A continuación, se detallan los criterios utilizados y resultados de la selección:

Necesidad de Mejora (Peso: 35%): Describe la urgencia de reducir el flujo de residuos sólidos. Se puede considerar como una medida directa del nivel de contaminación percibida en el sitio.

Apoyo local (Peso: 25%): Apoyo por parte del gobierno local para desarrollar e implementar estrategias que reduzcan el flujo de residuos desde sus territorios, así como la presencia de grupos comunales activos.

Viabilidad (Peso: 25%): Aspectos que hagan viable implementar el proyecto en el sitio como acceso: acceso y condiciones físicas de la playa.

Representatividad (Peso: 25%): Describe que tan bien representa el sitio a la población y actividad económica del país o la región.

Disponibilidad de información (Peso: 15%): Cantidad de información previa que haya disponible a partir de entrevistas, monitoreos o limpiezas de playa

Sitio	Necesidad de Mejora	Apoyo Local	Viabilidad	Representatividad	Disponibilidad de Información	Puntuación
Cieneguita	10	9	10	10	6	9.65
Puerto Viejo	7	9	10	10	5	8.45
Tortuguero	8	8	6	10	5	7.95
Moin	8	6	10	8	0	7.00
Cahuita	7	8	6	8	3	7.00
Cocles	8	7	10	5	0	6.80
Sixaola-Gandoca	8	5	4	4	4	5.85
Manzanillo	5	5	0	10	8	5.70
Punta Uva	2	6	9	5	0	4.30
Playa Chiquita	1	6	8	5	0	3.80

Tabla 1. Resultado de evaluación de criterios para selección de sitios de estudio.

Sitio de estudio: Cieneguita

Cieneguita es un barrio de la ciudad de Limón, perteneciente al cantón y provincia del mismo nombre. Es el sitio que representa geográficamente al Caribe Central de Costa Rica. En la Playa Cieneguita desemboca un río que cruza la comunidad del mismo nombre, el cual pasa al costado de varias viviendas y arrastra gran cantidad de residuos sólidos que son liberados al mar, o bien se depositan en la playa.

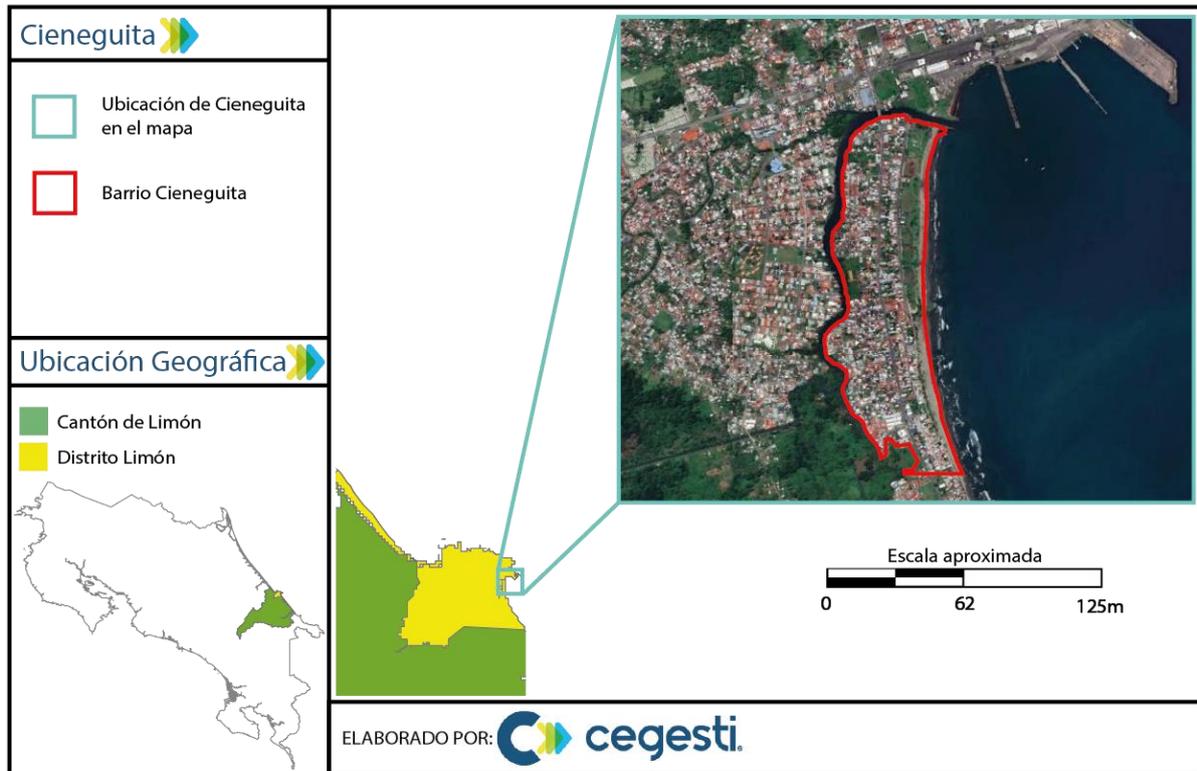


Figura 1. Ubicación de la comunidad de Cieneguita.

De acuerdo a una proyección de la Universidad de Costa Rica, la población de todo el distrito Central ronda las 61.000 personas, de las cuales, aproximadamente 3.000 pertenecen al barrio Cieneguita.

La comunidad de Cieneguita cuenta con varios grupos compuestos por vecinos y empresarios de la zona dedicados a la limpieza y recuperación de la playa y sus áreas sociales como: Comité de Bandera Azul y Waves & Smiles, que han logrado obtener la certificación de Bandera Azul para un sector de la playa.

La presencia de actores locales comprometidos con la limpieza de la playa, incrementan la viabilidad del proyecto, haciendo de Cieneguita un sitio ideal para la implementación de PROMAR.

La Ciudad de Limón se caracteriza por contar con una importante actividad portuaria es de todos los sitios de demostración, es el único que tiene un perfil urbano.

Cantón:	Limón
Área aproximada de playa:	37 000 m ²
Máxima extensión de playa:	50 m

Tabla 2. Datos generales de Cieneguita.



Fotografía 2: Residuos sólidos arrastrados por el Río Cieneguita hacia Playa Cieneguita, Limón (CEGESTI, 2021)

Sitio de estudio: Puerto Viejo

Puerto Viejo es uno de los sitios de mayor importancia turística en el Caribe costarricense. Gran cantidad de turistas nacionales e internacionales suelen visitar y hospedarse en esta comunidad para visitar las playas del Caribe Sur, aprovechando su cercanía con los parques nacionales Cahuita y Gandoca-Manzanillo.

La playa de la comunidad de Puerto Viejo es relativamente pequeña, pero tiene una gran concentración de comercios a su alrededor como hoteles, restaurantes y puestos de comida. Por esta característica y la alta visitación con la que cuenta, Puerto Viejo es el sitio de mayor representación turística y comercial.

La comunidad de Puerto Viejo pertenece a la provincia de Limón, cantón de Talamanca y distrito de Cahuita. De acuerdo a una proyección de la Universidad de Costa Rica, la población de todo el distrito de Cahuita es de aproximadamente 13.000 personas.

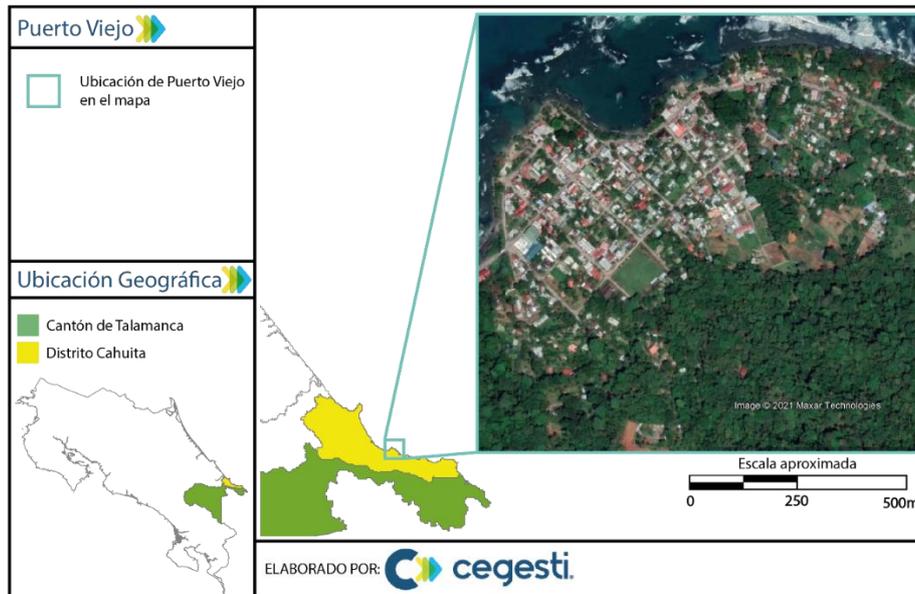


Figura 3. Ubicación de la comunidad de Puerto Viejo

Cantón:	Talamanca
Área aproximada de playa:	3 000 m ²
Máxima extensión de playa:	15 m

Tabla 3. Datos generales de Puerto Viejo



Fotografía 3: Puerto Viejo, Limón (CEGESTI, 2021)

Sitio de estudio: Tortuguero

La comunidad de Tortuguero pertenece a la provincia de Limón, cantón de Pococí y distrito de Colorado. Es el sitio que representa geográficamente al Caribe Norte de Costa Rica.

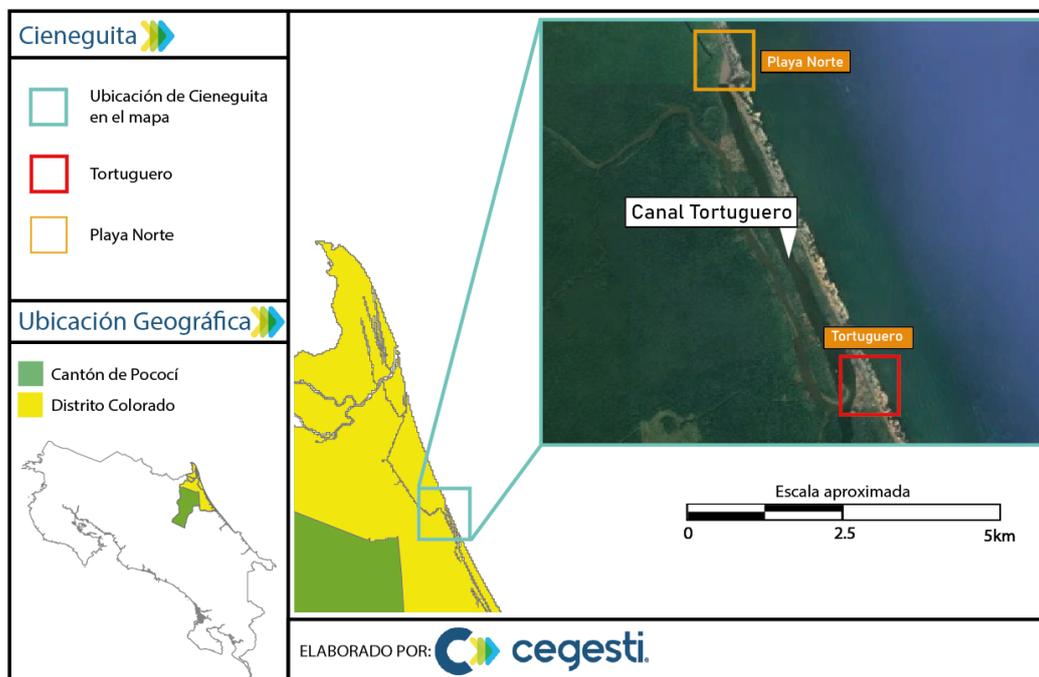


Figura 4: Ubicación de Tortuguero

De acuerdo a una proyección de la Universidad de Costa Rica, la población de todo el distrito de Colorado es de aproximadamente 5.000 personas, aunque según actores locales, la población de Tortuguero disminuyó a 1500 personas tras la pandemia.

Tortuguero es una comunidad pequeña que se encuentra en un área ambientalmente frágil y geográficamente aislada. Está junto al Parque Nacional Tortuguero, que es uno de los sitios de anidación de tortugas más importantes del país, lo que hace del turismo la principal actividad económica en el lugar.

Para poder acceder a este pueblo, es necesario navegar durante 45 minutos a través de canales y el Río Tortuguero. Esta limitación de acceso dificulta muchos aspectos de esta comunidad, incluyendo la salida de residuos, que deben ser transportados en bote hasta el muelle de la Pavona, donde son recibidos por los camiones de recolección de la Municipalidad de Pococí, que los transporte vía terrestre hasta un botadero en Guápiles.

En este sitio se visitan dos áreas con características diferentes que se encuentran separadas por la desembocadura del río Tortuguero:

- Playa Tortuguero: Se encuentra junto a la comunidad del mismo nombre, que se ubica al sur de la desembocadura.
- Playa Norte: Es la playa ubicada al norte de la desembocadura. Esta playa tiene la particularidad de que no cuenta con asentamientos, hoteles o comercios cercanos.

3. Metodologías aplicadas

A continuación, se detalla la metodología aplicada para el muestreo de residuos en playa y el análisis de flujo de los residuos plásticos. La primera se basa en la [Guía para realizar muestreos de residuos sólidos en playa](#) desarrollada por CEGESTI-ABRELPE-ADELPHI con la revisión técnica del Ministerio de Salud de Costa Rica y el Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica. El análisis de flujo de los residuos sólidos plásticos que provienen de fuentes terrestre (MFA) se realiza acorde a la metodología desarrollada por la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) en colaboración con la Universidad de Leeds, [Eawag Aquatic Research y Wasteaware](#).

Generalidades de la metodología de muestreo de residuos sólidos en playa

La metodología desarrollada bajo el proyecto PROMAR permite estandarizar las prácticas de muestreo de residuos sólidos en playa y, a partir de su identificación, trazar estrategias para su reducción. El esquema planteado se basa en una metodología aportada por ABRELPE, la cual fue elaborada en el marco del proyecto Waste Free Water, financiado por la Agencia de Protección Ambiental Sueca (SEPA) y aplicada con éxito en once municipios en Brasil.

Las etapas que comprende la metodología de muestreo consisten en:

- Recolección
- Separación e identificación
- Registro y análisis de la información

CEGESTI aplicó la metodología en los tres sitios de estudio determinados en el área Caribe: Cieneguita, Puerto Viejo y Tortuguero, tal como se detalla en este documento.

Mayor detalle de la metodología desarrollada bajo el proyecto PROMAR se puede acceder en:

- Guía metodológica: <https://www.cegesti.org/manuales/GuiaMuestreoPlaya.pdf>
- Herramienta de análisis: <https://www.cegesti.org/manuales/HerramientaGuiaMuestreo.xlsx>
- Video explicativo sobre la metodología: <https://youtu.be/wWslBdiMFxs>
- Video sobre la interpretación de datos: <https://youtu.be/q6MZNzwoh7o>

Generalidades de la metodología para el análisis de flujo de residuos sólidos plásticos

Esta metodología consiste en recopilar información que describe la cantidad de residuos sólidos que se generan en el área de estudio, así como la cantidad que se registra en diferentes etapas de la gestión formal e informal de los mismos, asumiendo la diferencia como la cantidad que es liberada al ambiente.

Esta información cuantitativa se complementa con observaciones de campo para elaborar un modelo que propone un diagrama de flujo para describir en que cantidades y en qué puntos están saliendo los residuos del sistema de gestión.

La información recopilada fue ingresada en la herramienta WFD (Waste Flow Diagram) elaborada para implementar esta metodología y construir un modelo de flujo exclusivo para los residuos plásticos. Los números que se indican entre paréntesis junto al título de cada sección, corresponde al número que tiene dicho ítem en la herramienta WFD.

Debido a que las fuentes de información consultadas para realizar el estudio mostraban categorías de clasificación más detalladas, fue necesario reordenar la información de acuerdo a la categorización de la metodología, tal como se observa a continuación:

Clasificación de residuos de acuerdo con la metodología	Tipos de materiales que contempla (basados en la clasificación de Plan de Gestión Integral de Residuos de la Municipalidad de Limón)
Papel	Papel Cartón
Plásticos	Plásticos Polilaminados
Vidrio	Vidrio
Metales	Metales
Orgánicos	Biodegradable
Otros	Textiles Peligrosos Electrónicos Otros

Tabla 4. Datos de generación requeridos en la herramienta WFD para ejecutar el MFA y las fuentes de información consultadas

CEGESTI decidió realizar el estudio específicamente en la comunidad de Cieneguita debido a que estudios anteriores, realizados también en el marco de este proyecto, mostraron que este sitio desde el que podría haber mayor flujo de residuos sólidos de fuentes terrestres hacia el mar y mayor detalle de información por parte del servicio de recolección de residuos de la Municipalidad de Limón.

4. Muestreo de residuos sólidos en playa

El muestreo de residuos se llevó a cabo entre el 29 de agosto y el 5 de septiembre del 2021, iniciando en Puerto Viejo y culminando en Tortuguero.

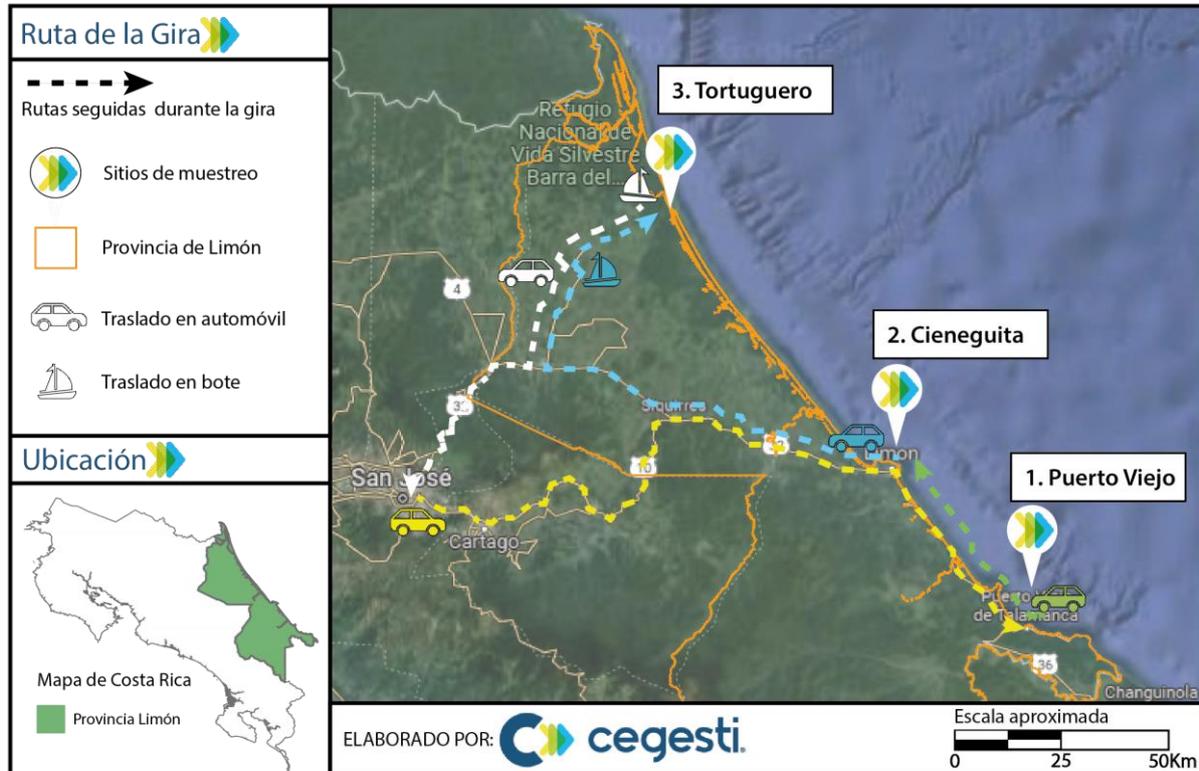


Figura 5. Recorrido de la gira de monitoreo

4.1. Muestreo de residuos en Puerto Viejo

4.1.1. Área de muestreo en Puerto Viejo

El área de muestreo en Puerto Viejo se seleccionó con base en recomendaciones de actores locales relacionados con la limpieza de playas. La asociación "Puerto Viejo más limpio" es la encargada de limpiar la playa de la comunidad todas las semanas.

De acuerdo con el Sr. Luis Robles Téllez, encargado de dirigir estas limpiezas, el sector de Salsa Brava es uno de los sitios más críticos en cuanto a la acumulación de residuos sólidos en la playa (ver figura 6).



Figura 6. Área de muestreo en Puerto Viejo, Talamanca

4.1.2. Resultados del Muestreo en Puerto Viejo

En el área de muestreo de Puerto Viejo, de 855m², se recolectaron en total 1623 residuos sólidos con un peso total de 19.2 kg.

De estos 1623 residuos, los fragmentos de vidrio fueron el artículo que más se encontró en esta playa. En el anexo 1 se muestra la lista de los 10 artículos que más se encontraron durante el muestreo en Puerto Viejo.

Otros artículos importantes que siguen a los fragmentos de vidrio en la lista son las colillas de cigarro (2°) y las tapas metálicas (3°), lengüetas de lata (6°), tapas de botella plástica (8°), anillos de botella (9°) y empaques de snacks (10°). Estos artículos, se relacionan en su mayoría a la actividad comercial de los alrededores

Visto como tipos de material, el vidrio y el plástico son lo que más se encontraron con un 27% y un 23% respectivamente (ver figura 7 y fotografía 4).

Desde el punto de vista de las marcas comerciales, la cerveza Corona es la que más se encontró (ver figura 8). Representó más de la mitad de los artículos que tenían una marca identificable (53%), y poco más del 11% de todos los artículos que se recolectaron eran de marca Corona (ver figura 9), siendo las tapas metálicas de esta marca el más común (ver figura 10 y fotografía 5).

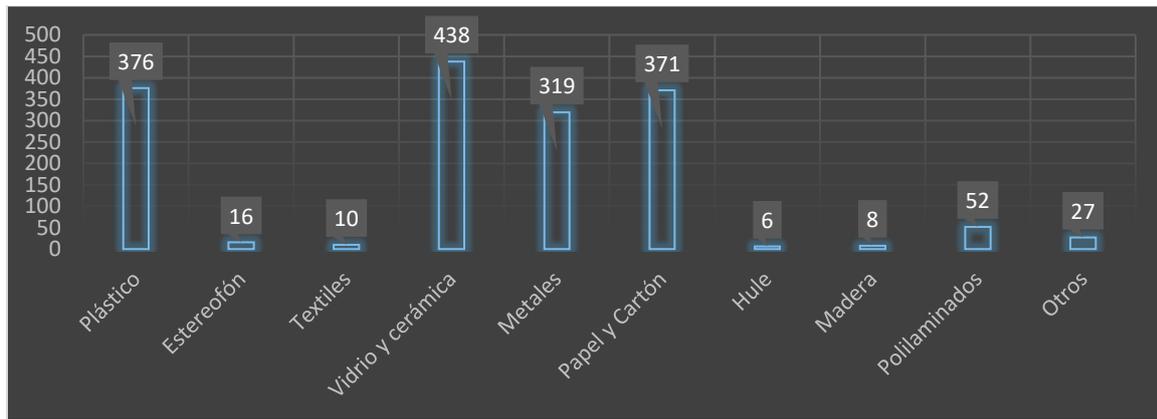


Figura 7. Cantidad de residuos por tipo de material en Puerto Viejo.



Fotografía 4: El vidrio, principalmente asociado al consumo de bebidas alcohólicas, es el material que más se encontró en el muestreo de Puerto Viejo.

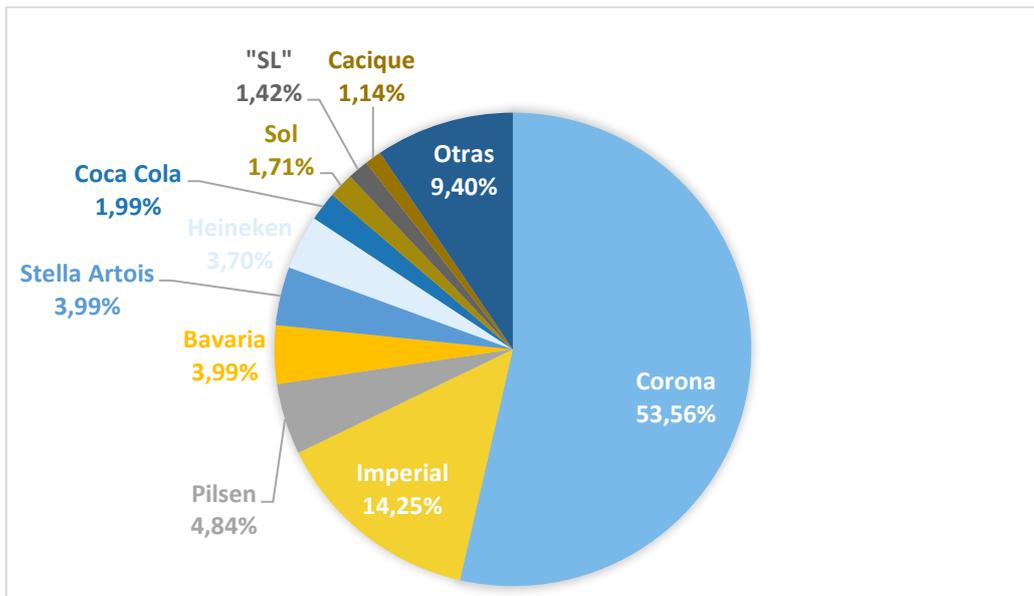


Figura 8. Porcentaje de marcas comerciales con mayor presencia en Puerto Viejo

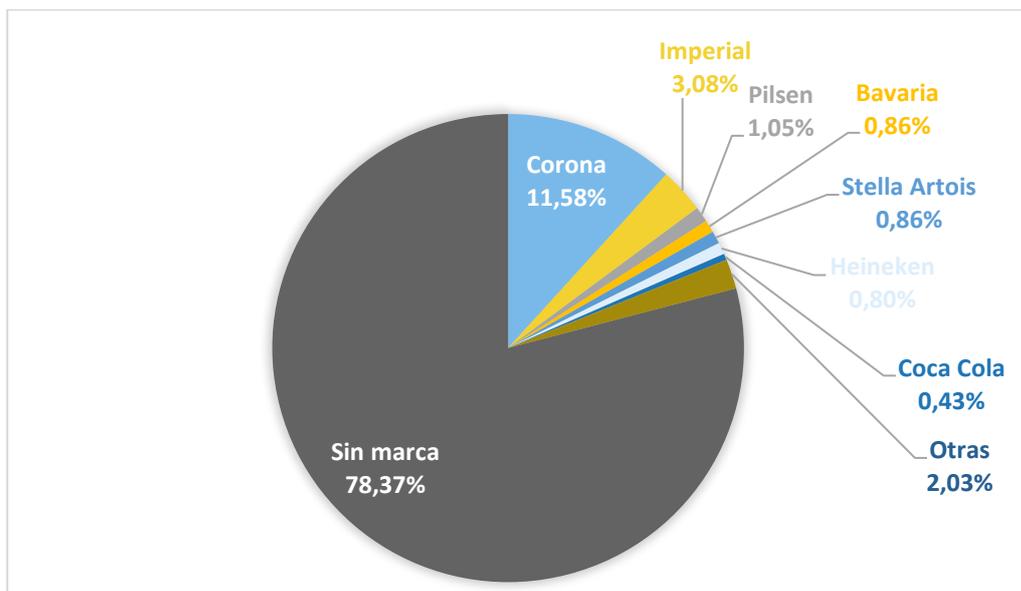


Figura 9. Porcentaje que representan las marcas comerciales con mayor presencia en la totalidad de residuos recolectados en Puerto Viejo

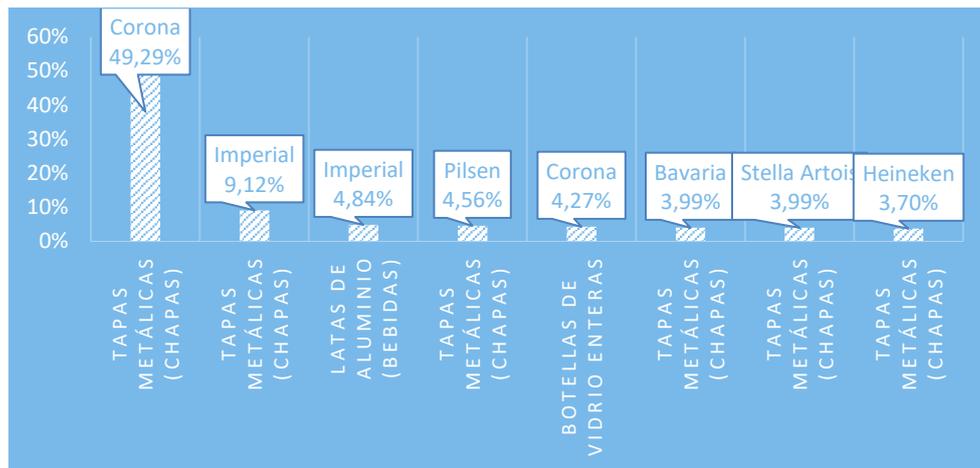


Figura 10. Artículos con marca comercial con más presencia en Puerto Viejo



Fotografía 5: La naturaleza de la mayoría de los residuos encontrados en Puerto Viejo se asocian a la actividad comercial y turística del sitio. Residuos asociados al consumo de cerveza, y principalmente de la marca Corona, es el que más se encontró en el sitio.

4.1.3. Observaciones en el Sitio de Puerto Viejo

Salsa Brava es uno de los sectores más críticos en cuanto a la acumulación de residuos sólidos. Se observó que durante el día, este punto de la playa es utilizado principalmente como parqueo, pero durante la noche, se utiliza para el consumo de bebidas alcohólicas y alimentos debido a que cuenta con bancas y mesas que facilitan esta actividad.

Además, algunos de los puestos cercanos de venta de artesanía son utilizados durante la noche para el consumo de bebidas alcohólicas.

Se observó otro sector de la playa, junto al bar Jhonny's Place que también es frecuentado por bañistas durante el día y en el que suelen realizarse fiestas durante la noche.

Este sector de la playa también contaba con una acumulación de residuos considerable, por lo que será incluida en el próximo monitoreo.

También se observó que en la playa hay muy pocos contenedores para disponer los residuos. Solamente se observaron dos pequeños en buen estado que fueron donados por un comercio local.

La organización Puerto Viejo Más Limpio, que se encarga de limpiar la playa todas las semanas (cada lunes), colocó unas estructuras improvisadas hechas de varilla y malla. La función de estas estructuras es poder

acumular todos los residuos recolectados durante las limpiezas en un sitio contenido para que sean recolectados por la Municipalidad.

Las estructuras funcionan bien para este fin, ya que mantiene las bolsas de basura contenidas en un solo sitio y son livianas, lo que permite a los miembros del grupo moverlas y colocarlas donde les convenga.

Sin embargo, las personas han comenzado a utilizar estas estructuras como contenedores para colocar los residuos. Esto es un problema, ya que las estructuras de malla pueden contener unas cuantas bolsas, pero no residuos individuales debido a que son abiertas y no tienen fondo (ver fotografía 6).



Fotografía 6: Contenedores diseñados por Puerto Viejo Mas Limpio para almacenar temporalmente los residuos de las limpiezas. No son aptos para usarse como basureros.

También se observó que algunos sectores de la playa se mantienen relativamente limpios debido a que los comercios cercanos se encargan de mantenerlos así, principalmente por que suelen aprovechar esos espacios en su actividad económica.

Un ejemplo de esto son las mesas ubicadas en el sector de Salsa Brava, utilizadas por clientes de Bar Restaurante Nema para comer a la orilla de la playa, y por lo tanto, este se encarga de mantener el sitio limpio.

De acuerdo con lo observado, la mayoría de los comercios se dedican a la actividad de venta de alimentos, y bebidas. A la orilla de la playa principalmente se observaron puestos de venta de artesanía y souvenirs, que consisten en estructuras de madera, abiertas, y ubicadas dentro de la zona marítimo terrestre.

4.2. Muestreo de residuos en Cieneguita

4.2.1. Área de muestreo en Cieneguita

El área de muestreo en playa Cieneguita se seleccionó con base en visitas previas y limpiezas de playa. Previamente se había observado que en este sector hay una gran acumulación de residuos que son movilizados por el Río Cieneguita hacia el mar, y que posteriormente son devueltos a la costa.

Esta playa tiene un rompeolas que divide la playa en dos secciones con distintos contextos. El sector más cercano a la desembocadura del río (norte) presenta un alto grado de contaminación por residuos sólidos, especialmente plásticos, que se acumulan por el efecto de corrientes anteriormente descrito (ver figura 11).



Figura 11. Área de muestreo en Cieneguita, Limón

El otro sector (sur) no parece estar directamente influenciado por la desembocadura del río, lo que ha permitido a la comunidad mantenerla mucho más limpia, al grado de inclusive contar con el galardón Bandera Azul Ecológica.

Es por esta razón que el proceso de monitoreo se centrará en el sector de playa junto a la desembocadura del río Cieneguita (norte), ya que es el que requiere más intervención. El área de muestreo se demarcó junto a la desembocadura.

4.2.2. Resultados del Muestreo en Cieneguita

En el área de muestreo de Cieneguita, de 192m², se recolectaron en total 1174 residuos sólidos con un peso total de 17 kg.

De estos 1174 residuos, los fragmentos de estereofón liso, comúnmente usados para comidas, fue el artículo que más se encontró en esta playa. En el anexo 1 se muestra la lista de los 10 artículos que más se encontraron durante el muestreo en Cieneguita

Otros artículos importantes que siguen a los fragmentos de estereofón liso en la lista son los fragmentos de plástico (duro en 2° y suave 4°) tapas plásticas (de bebida en 3° y otras en 6°) y botellas plásticas de bebida (5°).

Vistos como tipo de material, el plástico es el que más se encontró con un 54%, seguido del estereofón que representa un 30% (ver figura 12 y fotografías 7 y 8).

Desde el punto de vista de las marcas comerciales, Coca Cola es la que más se encontró (ver figura 13). Representó un 33% de todos los artículos con marca comercial identificada (ver figura 12) y poco más del 3% de todos los residuos en total (ver figura 14), siendo las tapas plásticas de Coca Cola el artículo más común (ver fotografía 9).

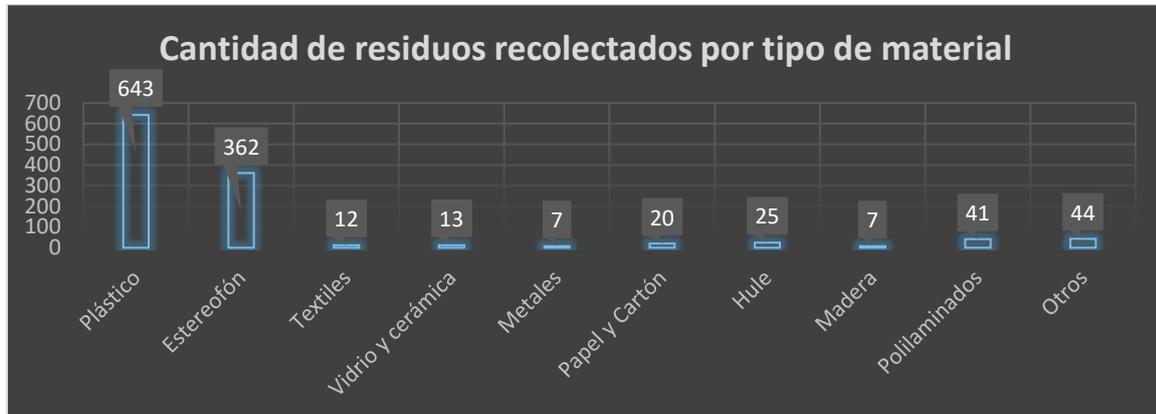


Figura 12. Cantidad de residuos por tipo de material (Cieneguita)



Fotografía 7: En el área de muestreo de playa Cieneguita resalta la presencia de botellas plásticas a un costado del río Cieneguita. El plástico fue el tipo material que más se encontró, con botellas y tapas de bebida como los artículos que más representaban este tipo de material.



Fotografía 8: Los fragmentos de estereofón liso, comúnmente asociados al consumo de alimentos, fue el artículo más encontrado en el muestreo de playa Cieneguita.

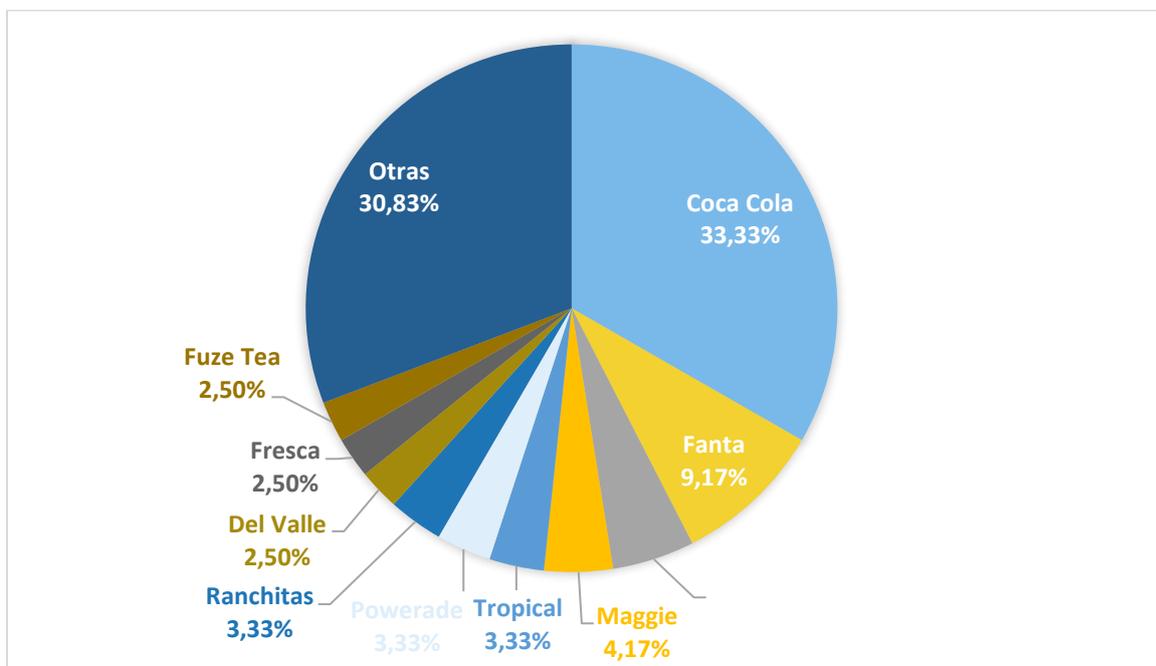


Figura 13. Porcentaje de marcas comerciales con mayor presencia en Cieneguita, Limón.

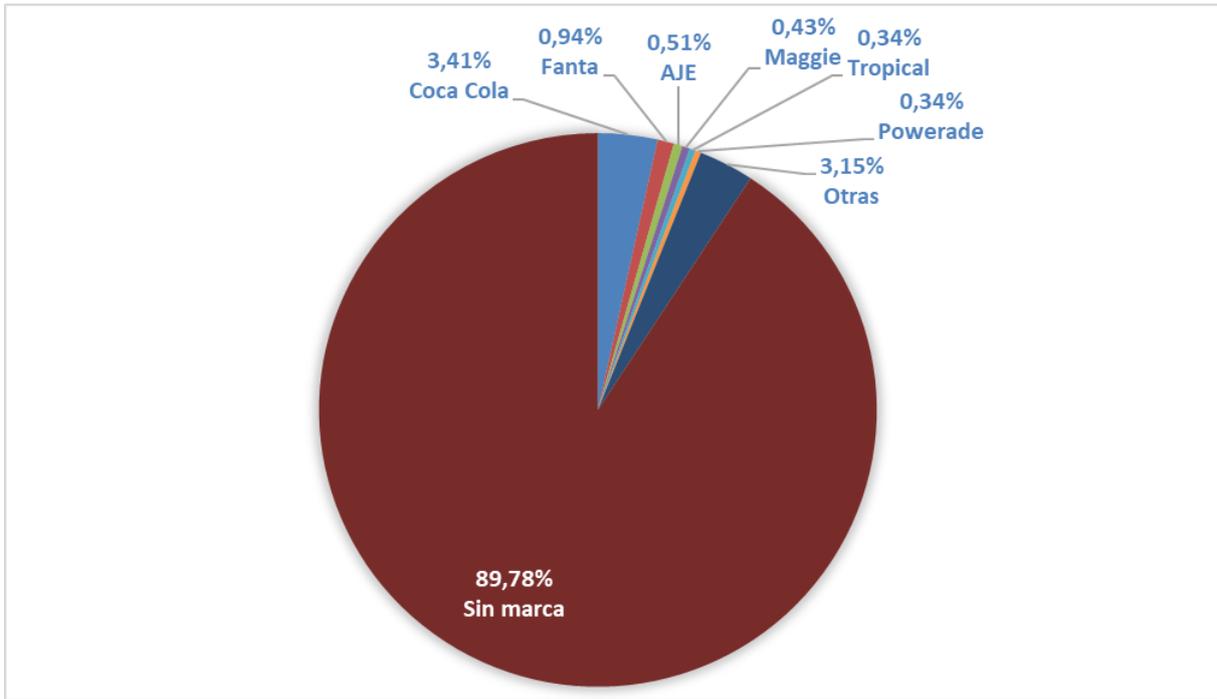


Figura 14. Porcentaje que representan las marcas comerciales con mayor en la totalidad de residuos recolectados en Cieneguita, Limón.

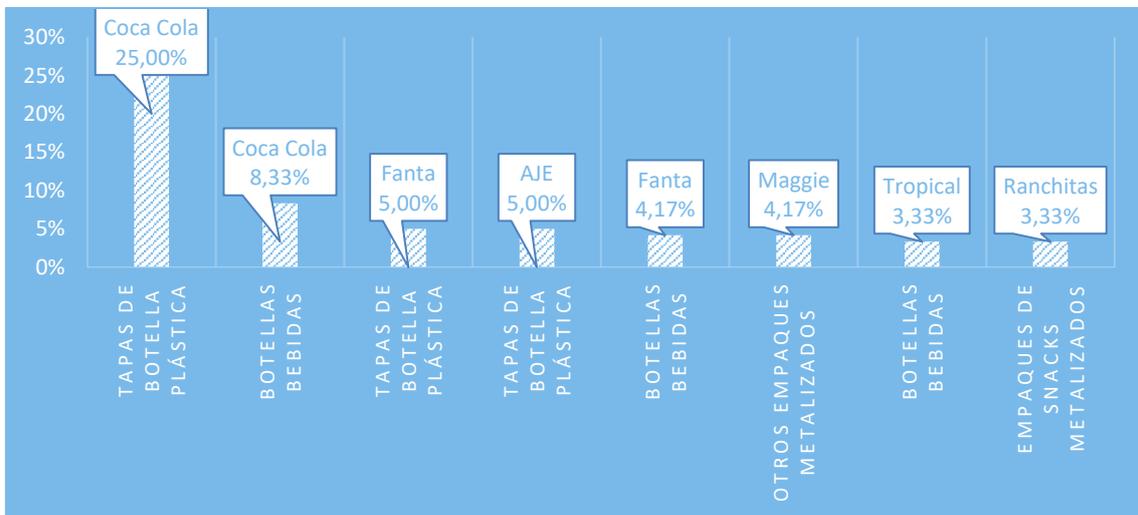


Figura 15. Artículos con marca comercial con más presencia en Cieneguita



Fotografía 9: Las tapas plásticas son el artículo más común con marcas comerciales identificables en playa Cieneguita.

4.2.3. Observaciones en el Sitio de Cieneguita

La comunidad alrededor de playa Cieneguita está conformada por tres barrios (Cieneguita, Los Cocos y Los Lirios) los cuales se encuentran atravesados por el río Cieneguita, por lo tanto, muchas de las viviendas colindan directamente con el río.

Este río desemboca en el Mar Caribe y específicamente en el sector de la playa que se seleccionó para el muestreo, por lo que la contaminación de este río incide directamente en la cantidad de residuos que se pueden encontrar en playa Cieneguita.

Se hizo un recorrido en bote a lo largo del río Cieneguita para identificar focos puntuales de contaminación.

El recorrido se hizo en una embarcación de una empresa de turismo local, Isla Uvita Eco Tours, en compañía de un miembro de la comunidad, un miembro de la Municipalidad de Limón y dos funcionarios de SENARA a cargo de un proyecto local: Control de Inundaciones del Área de Limoncito (PSCIAL), en el que el manejo de residuos es un factor importante.

Se tomaron fotografías y levantaron coordenadas de aquellos sitios en los que identificaron focos de contaminación y se conversó con los funcionarios locales y el miembro de la comunidad para entender mejor la cultura de las personas en la zona con respecto al manejo de residuos sólidos y comprender las posibles razones de las personas dispongan los residuos en el río.

Durante el recorrido se observó que varias viviendas de los barrios, Cieneguita, Los Cocos y Los Lirios colindan directamente con el río (ver figura 14 y fotografía 10).

En muchas de estas viviendas se realizan reparaciones de botes, lo que genera que no solo se liberen residuos sólidos al río, sino también residuos líquidos peligrosos como combustibles y aceites.

También se pudo corroborar durante el recorrido que algunas personas de estas viviendas disponen sus residuos directamente en el río (ver fotografía 11).



Fotografía 10: A lo largo del río hay casas que colindan directamente con el río Cieneguita, Limón.

Según funcionarios de la Municipalidad y del SENARA, estos tres barrios cuentan con servicio de recolección de residuos. Esto hace necesario que los vecinos tengan que sacar sus residuos de la calle en la que habitan hasta alguna calle en la que circule el camión recolector. Y aunque el desplazamiento que se debe hacer para realizar esto no es mucho, las personas prefieren disponerlos en la parte trasera de sus casas que dan al río.



Fotografía 11: La naturaleza de los residuos que se observan en el río Cieneguita es doméstica.

Se identificaron dos puntos críticos de contaminación por residuos sólidos en el río (ver figura 16). El primero es un botadero ubicado dentro del cauce en el sector sur de Cieneguita, aproximadamente 1 Km al norte de la entrada al aeropuerto (ver fotografía 12).

El otro punto crítico es el puente de acceso al barrio Cieneguita, ya que los residuos que están en las vías suelen dar al río a través de este punto. Además, bajo el puente hay personas en condición de calle que habitan, consumen y generan más residuos sin ningún tipo de gestión. El sitio se percibe como un botadero, con gran acumulación de residuos sólidos (ver fotografía 13).

Uno de los principales problemas que dificultan el trabajo con la comunidad en estos barrios y que hay que considerar es la presencia de narcotráfico, que según cuentan los actores locales, realizan parte de su actividad a través de este río.

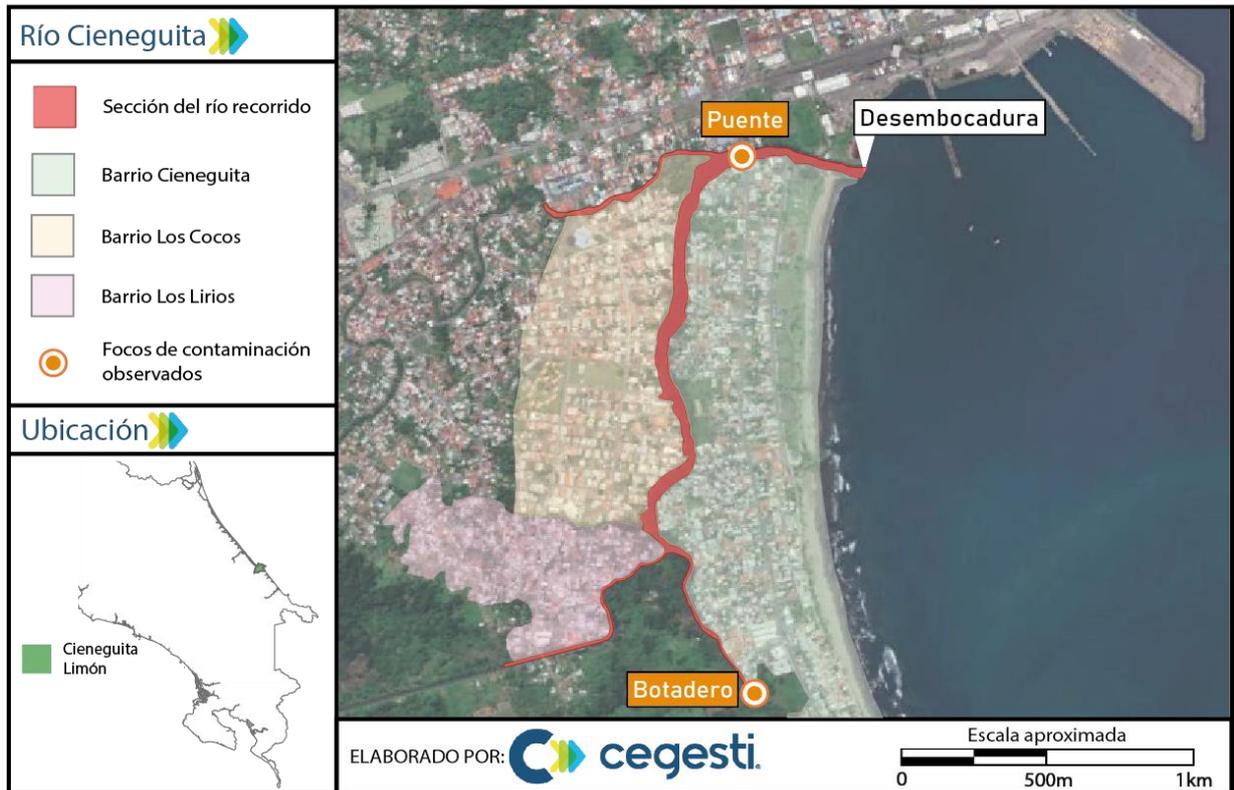


Figura 16. Sectores del río Cieneguita recorrido en bote y principales focos de contaminación observados



Fotografía 12: Botadero en el río Cieneguita, Limón.



Fotografía 13: Paso bajo el puente del río Cieneguita sobre la Ruta 36. Este sitio es un punto crítico de acumulación de residuos debido principalmente a la indigencia que se da en la zona.

4.3. Muestreo de residuos en Tortuguero

4.3.1. Áreas de muestreo en Tortuguero

Playa Tortuguero

En el caso específico de Playa Tortuguero, la participación fue mucho más alta de la esperada. Esto permitió separar el equipo de trabajo y muestrear tres áreas diferentes, para mantener un promedio de entre 6-8 personas por área.

Se seleccionaron las áreas en sitios donde se observó mayor cantidad de residuos sólidos acumulados en la playa. La primera se ubicó diagonal a la plaza de la comunidad, la segunda frente a una de las entradas a la playa que conecta con la comunidad, y la tercera en el límite entre el Parque Nacional Tortuguero y la playa pública.

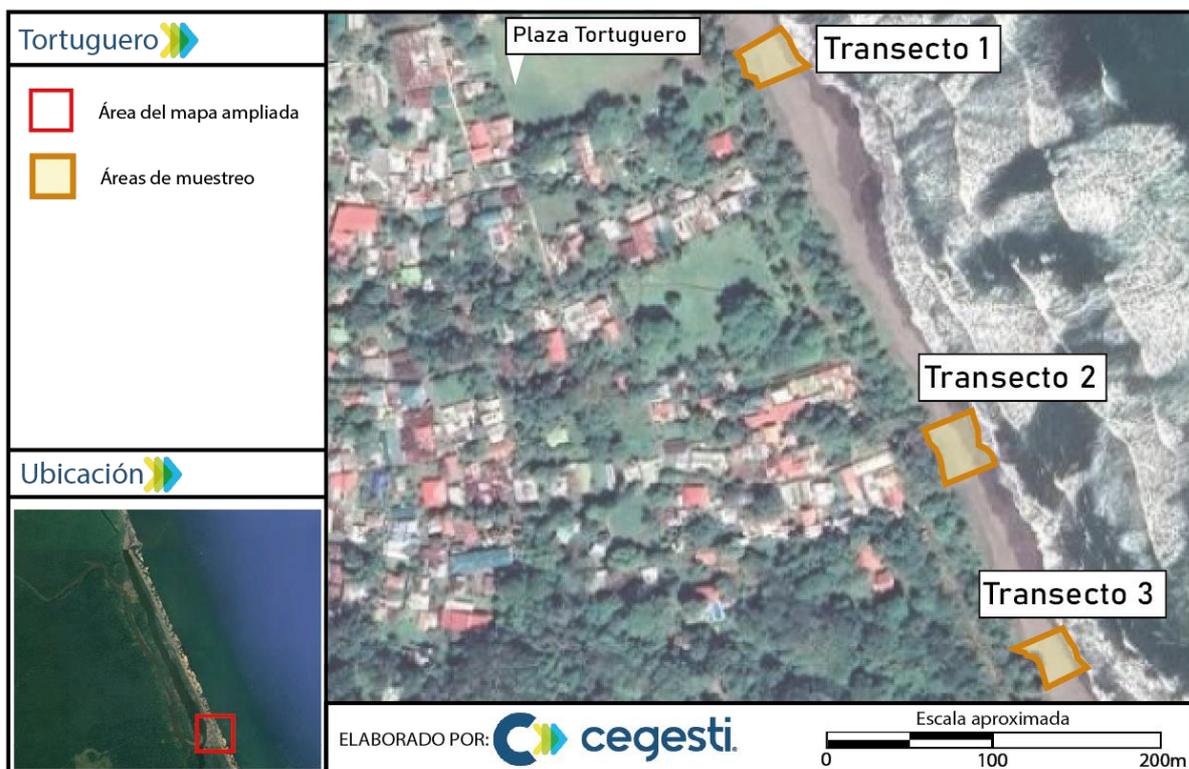


Figura 17. Área de muestreo en Playa Tortuguero, Pococí

Playa Norte

Playa Norte es un sector ubicado al norte de la desembocadura del río Tortuguero que fue señalado por los actores locales desde un inicio como un sitio con mucha acumulación de residuos.

Sin embargo, debido a su ubicación y dificultad de acceso, esta no fue considerada inicialmente para llevar cabo muestreos. Afortunadamente, la Estación Biológica Caño Palma cuenta con sus instalaciones en este sector, lo que les facilita a ellos el acceso a la playa.

Estación Biológica Caño Palma es una institución dedicada a la investigación de tortugas en Tortuguero y actor local importante en temas de conservación ambiental. Funcionarios de esta organización asistieron al muestreo en Tortuguero y se capacitaron en la metodología. Esto les permitió replicar el muestreo en un sector de Playa Norte.

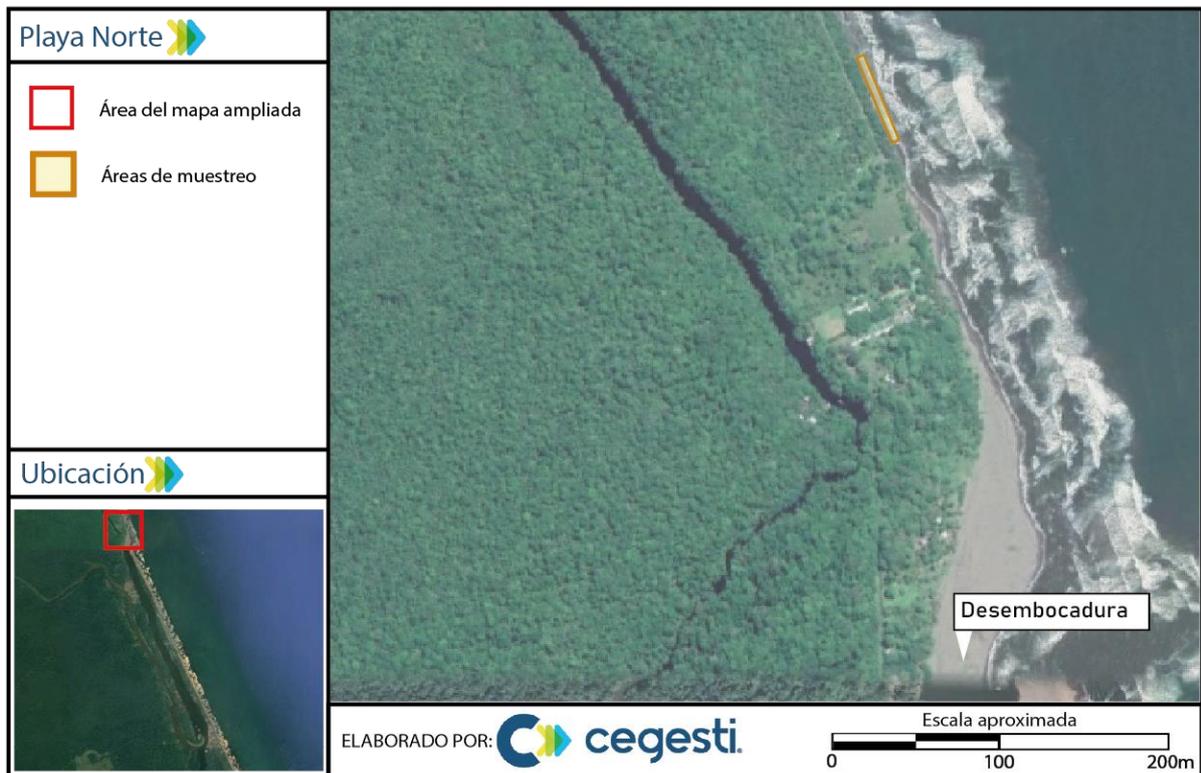


Figura 18. Área de muestreo en Playa Norte, Tortuguero, Pococí.

4.3.2. Resultados del Muestreo en Tortuguero

Resultados del muestreo en Playa Tortuguero

En el área de muestreo de Tortuguero, 2520 m², se recolectaron en total 1787 residuos sólidos con un peso total de 21 kg.

De estos 1787 residuos, los fragmentos de estereofón liso, comúnmente usados para comidas, fue el artículo que más se encontró en esta playa. En el anexo 1 se muestra la lista de los 10 artículos que más se encontraron durante el muestreo en Tortuguero.

Otros artículos importantes que siguen a los fragmentos de estereofón liso en la lista son los fragmentos de plástico (duro en 2° y suave 3°) tapas plásticas (4°).

Vistos como tipo de material, el estereofón es el más presente en la playa con un 49%. (ver figura 19). Sin embargo, como en este sitio se muestrearon 3 áreas diferentes, se pudieron ver comportamientos distintos en cuanto a la acumulación por tipo de residuos en cada una de ellas.

Por ejemplo, en los transectos 1 y 2, el principal tipo de residuo encontrado fue el estereofón, específicamente del tipo liso utilizado para comidas. Por otro lado, en el transecto 3, el principal tipo de artículo encontrado fue fragmentos de plástico duro (ver figura 20).

En cuanto a marcas comerciales, fueron pocos los artículos que tuvieran una identificable. Imperial y Coca Cola fueron las que más se encontraron (ver figura 21). Cada una representó un 11% de todos los artículos con marca comercial identificada (ver figura 22), siendo las tapas plásticas de Coca Cola el artículo más común.

Los artículos que más se encontraron de estas marcas, fueron tapas de botella plástica (Coca Cola) y tapas metálicas (Imperial). Sin embargo, fueron las cajetillas de cigarrillos marca Gold City, el tipo de artículo con marca comercial identificable el que más se encontró (ver figura 22).

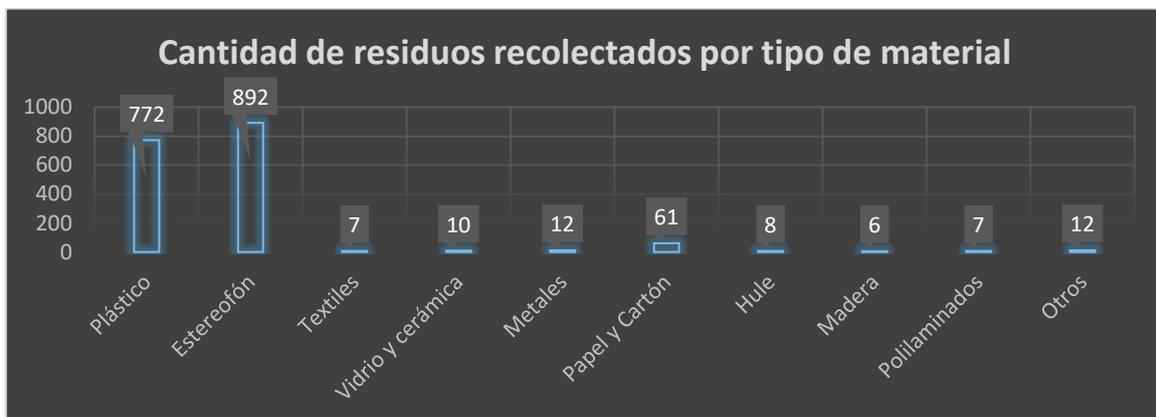


Figura 19. Cantidad de residuos por tipo de material en Tortuguero.



Figura 20. Relación plástico / estereofón en los tres transectos muestreados en Tortuguero.

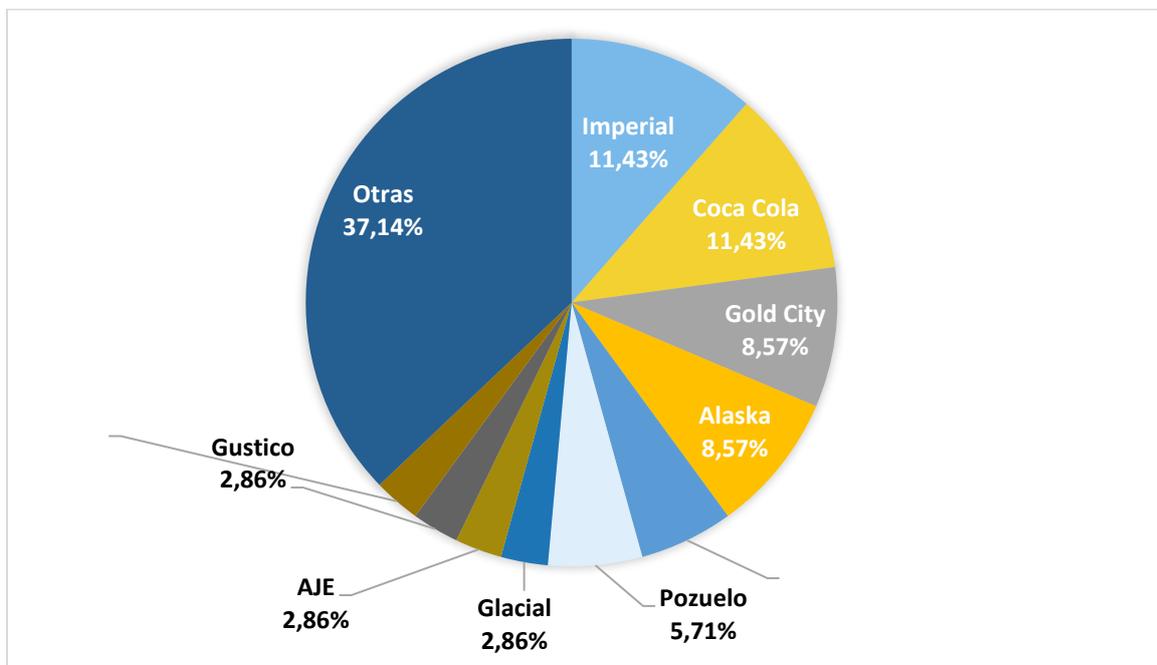


Figura 21. Porcentaje de marcas comerciales con mayor presencia en Tortuguero

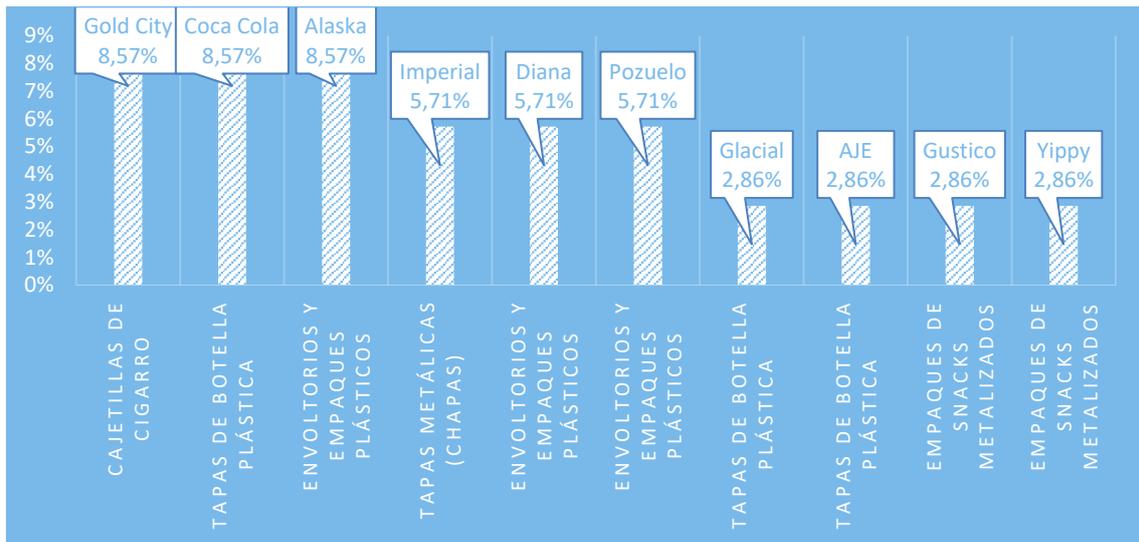


Figura 22. Artículos con marca comercial con más presencia en Tortuguero.



Fotografía 14: El estereofón liso, comúnmente utilizado para alimentos, fue el material que más se encontró en la playa de Tortuguero. Este material está relacionado a la actividad comercial.



Fotografía 15: En Tortuguero también se encuentran muchos fragmentos pequeños de plástico duro que se asocia a las corrientes marinas. Este tipo de residuos muestran evidencia de haber estado liberados en el ambiente por mucho tiempo.

Resultados del muestreo en Playa Norte

En el área de muestreo de Playa Norte, 585 m², se recolectaron en total 1559 residuos sólidos con un peso total de 37 kg.

De estos 1559 residuos, los fragmentos de plástico duro fue el artículo que más se encontró en esta playa. En el anexo 1 se muestra la lista de los 10 artículos que más se encontraron durante el muestreo en Playa Norte. Otros artículos importantes que siguen a los fragmentos de plástico duro en la lista son el estereofón (embalaje en 2° y liso 3°) y botellas plásticas de bebida (4°).

Vistos como tipo de material, el plástico es por mucho el más presente en la playa con un 66%. (ver figura 23).

En cuanto a marcas comerciales, Coca Cola y Big Cola fueron las que más se encontraron (ver figura 24). Cada una representó un 7% de todos los artículos con marca comercial identificada (ver figura 25) siendo las botellas plásticas de ambas marcas el tipo artículo más común.

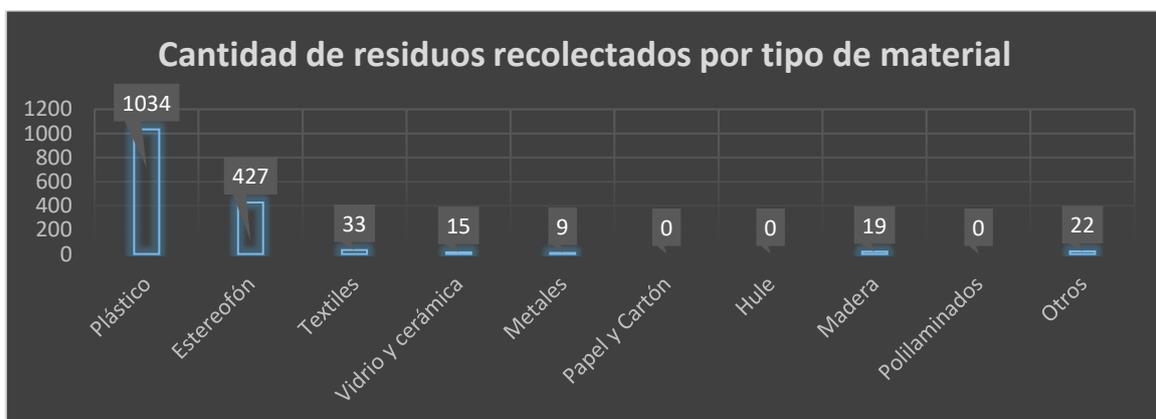


Figura 23. Cantidad de residuos por tipo de material en Playa Norte.

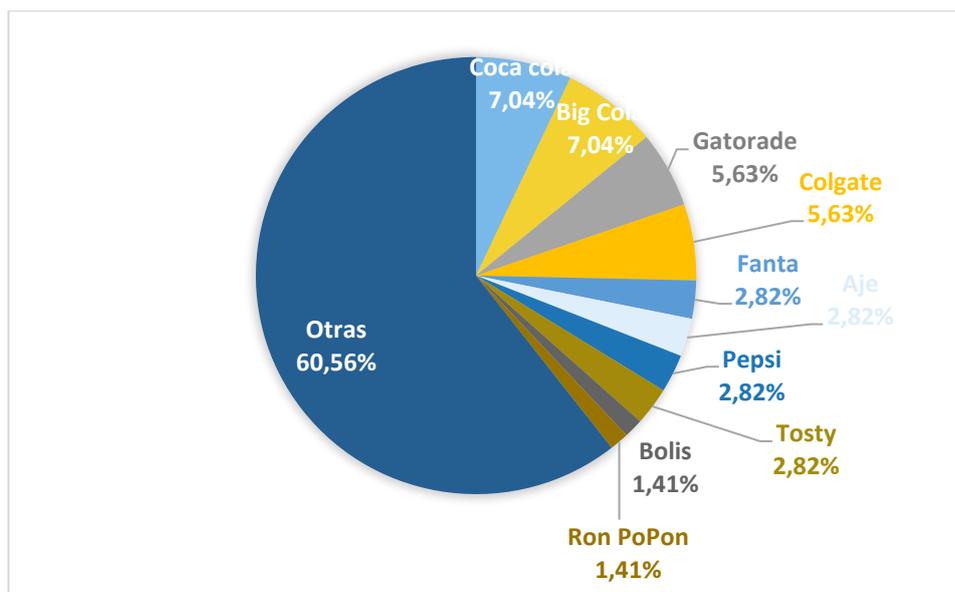


Figura 24. Porcentaje de marcas comerciales con mayor presencia en Playa Norte.

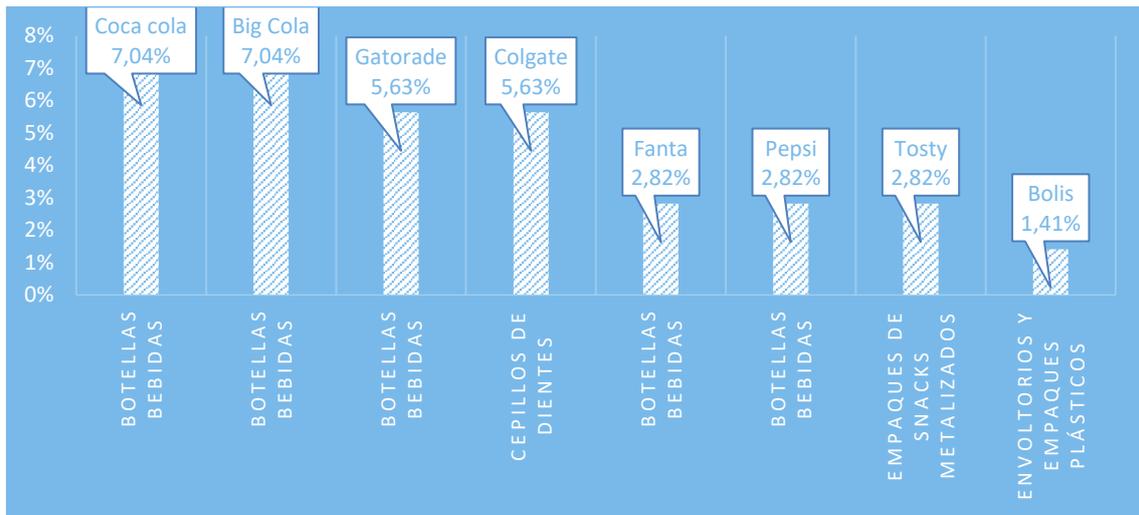


Figura 25. Artículos con marca comercial con más presencia en Playa Norte.

Este sitio cuenta con la particularidad de que se observan residuos con marcas que no se comercializan en Costa Rica, por lo que se asume que provienen de otros países y fueron arrastrados por las corrientes marinas hasta Playa Norte (ver fotografía 16).

Poco más del 9% de todos los artículos identificados correspondían a marcas internacionales. Estas marcas eran provenientes de países como: Colombia, Argentina, China, Venezuela, Tailandia, Guyana y Panamá; siendo Colombia el país del que probablemente provenían más residuos internacionales, representado un 2% de todas las marcas inventariadas (ver figura 26).

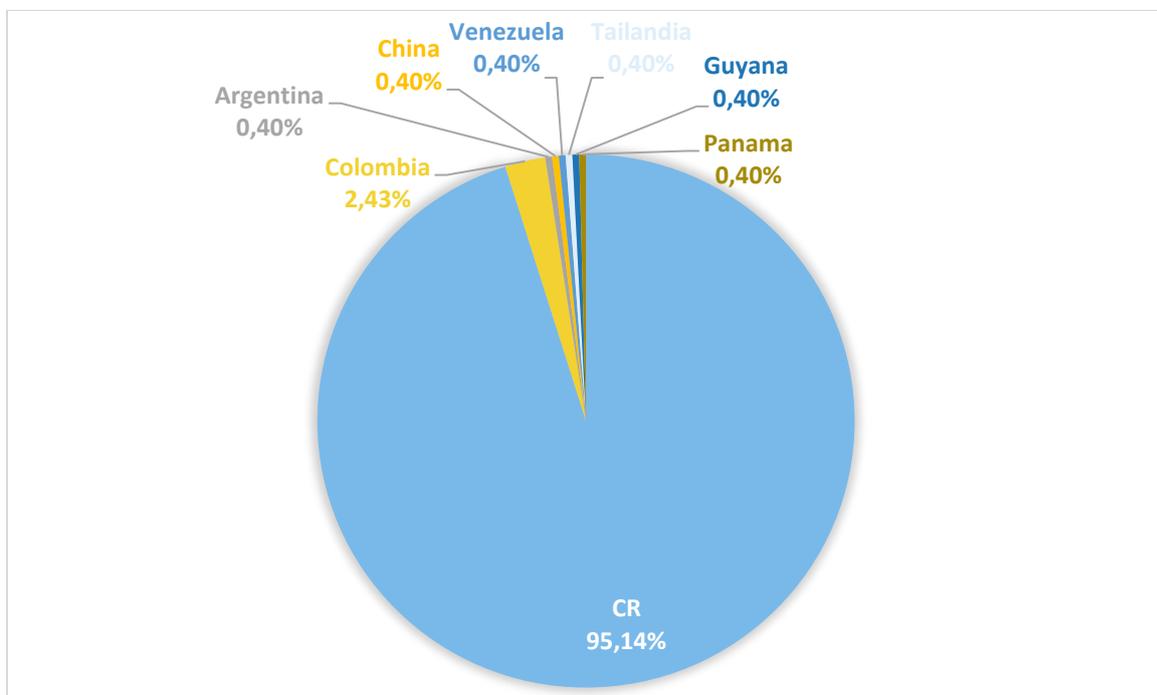


Figura 26. Posibles fuentes de los residuos identificados en Playa Norte



Fotografía 16: En playa Norte se encontraron residuos con marcas comerciales de otros países. Esto evidencia la fuerte influencia que hay por parte de las corrientes marinas en este sitio.

4.3.3. Observaciones en el Sitio de Tortuguero

En esta comunidad, además de llevar a cabo los muestreos, se visitó la “planta de tratamiento de residuos sólidos”. Se observó el proceso de recuperación de residuos valorizables y se entrevistó a un representante de la planta para conocer cuáles son los principales retos en la gestión de residuos de Tortuguero.

En entrevista con su administrador, Enrique Obando, se identificó que esta planta de tratamiento de residuos funge como único gestor de residuos en la comunidad. Entre sus funciones están, brindar el servicio de recolección de residuos, tanto valorizables como no valorizables, establecer las tarifas del servicio y cobrarlo directamente a los usuarios domiciliarios y comerciales.

En la comunidad de Tortuguero no hay calles acondicionadas para automóviles. Por lo tanto, el servicio de recolección domiciliar se realiza utilizando un cuadraciclo, acondicionado con una carretilla para recolectar y transportar los residuos hasta la planta. En el caso de los hoteles más grandes, no se brinda el servicio de recolección. Por lo tanto, estos deben trasladar sus propios residuos hasta la planta.

En las operaciones de la planta, se recuperan residuos de todo tipo, incluyendo orgánicos mediante compostera industrial. De acuerdo a la administración, uno de los principales problemas en la comunidad es la falta de cultura de separar sus residuos, labor que deben realizar manualmente los mismos trabajadores de la planta.

Esto se debe a que la tarifa del servicio es la más costosa en el país, la cual fue de ₡11.000 al mes antes de la pandemia, y puede llegar a alcanzar hasta los ₡300.000 para ciertos comercios. La comunidad alega que, al pagar una tarifa tan elevada, este trabajo debe realizarlo la planta.

La planta de tratamiento ha colocado contenedores en las áreas públicas y se encarga de mantenerlos limpios, así como de la limpieza de vías.

La planta opera sin gestión o administración por parte de la Municipalidad de Pococí, que de acuerdo a la Ley N°8839 para la Gestión Integral de Residuos, debería ser la entidad responsable de gestionar los residuos en Tortuguero.



Fotografía 17: Planta de tratamiento de residuos sólidos de Tortuguero, Pococí.

Aun así, la Municipalidad se ha involucrado en el sistema de gestión de residuos de la comunidad aportando dos trabajadores de su planilla a la planta de tratamiento, y el transporte de los residuos ordinarios desde Tortuguero hasta un relleno sanitario en Guápiles.

Los residuos valorizables son vendidos a diferentes partes del país, y su transporte es coordinado directamente por la planta de tratamiento con los compradores del material.

Cabe mencionar que todos los residuos que salen de Tortuguero deben transportarse mediante bote hasta el embarcadero de la Pavona, y ahí por tierra hasta su destino final.

De acuerdo a lo observado y a lo comentado por los diferentes actores locales, una de las prácticas comerciales más comunes en el sitio es el consumo de agua embotellada.

Los restaurantes suelen ofrecer este producto en vez de agua proveniente de la tubería del comercio. Además, según comentaron dichos actores, los hoteles tienen la práctica de ofrecer botellas de agua a sus huéspedes internacionales.

Esta costumbre de consumo se ha extendido entre la población local, bajo la creencia de que el agua del acueducto local no es buena debido a que tiene un sabor peculiar, y en parte, debido a la influencia de turistas que han hecho este mismo comentario.

Sin embargo, en conversaciones con Enrique Obando, encargado de la planta de tratamiento de residuos, y quién también funge como presidente de la ASADA, el agua del acueducto comunal es potable.

Por último, también es importante mencionar que la comunidad cuenta con un Comité Ambiental que trabaja en educación y sensibilización ambiental, así en la organización de campañas de limpieza en playas.

Este comité está conformado por diferentes organizaciones ambientales de la comunidad y liderada un programa Eco-etiquetado, el cual tiene como objetivo fomentar buenas prácticas ambientales en hoteles, restaurantes, comercios y tour operadores, dentro de las que se incluye la reducción de plásticos de un solo uso.



Fotografía 18: Miembros del Comité Ambiental de Tortuguero que participaron del muestreo junto a miembros del equipo PROMAR. Parque Nacional Tortuguero.

5. Análisis de fugas de residuos

5.1. Objetivo y alcance del estudio

El estudio realizado permitió construir un modelo que describe el flujo de los residuos sólidos plásticos que provienen de fuentes terrestre en el distrito de Limón, y terminan en ambientes marinos del Mar Caribe. El modelo permitió:

- Estimar la cantidad de residuos plásticos que están liberando al ambiente cada año en el área de estudio;
- Identificar los principales destinos o receptores dentro del área de estudio en los que se están acumulando estos residuos; e
- Identificar los principales puntos dentro del sistema de gestión de residuos ordinarios en los que se podrían estar generando liberación de estos residuos al ambiente.

El sitio de demostración del proyecto es oficialmente la comunidad de Cieneguita. Sin embargo, se consideró necesario ampliar el alcance geográfico del MFA, ya que si bien Cieneguita es un barrio que colinda con el mar mediante la playa del mismo nombre, los residuos cuyo flujo se pretende analizar en este estudio, provienen desde otras comunidades más alejadas de la costa que pertenecen a lo que se conoce como la ciudad de Limón.

La jerarquía en la división política del territorio en Costa Rica se da en el siguiente orden: Provincias, cantones y distritos. Limón es una provincia que abarca toda la costa Caribe de Costa Rica, cuyo cantón y distrito principal comparten el mismo nombre.

El distrito central de Limón, o la ciudad de Limón, abarca la mayor cantidad de residencias y comercios, y cuenta con una gran cantidad de comunidades catalogadas como barrios, dentro de las cuales está Cieneguita.

Por lo tanto, se definió el centro urbano de este distrito como el área de estudio para ejecutar el MFA, que para efectos del proyecto PROMAR, corresponde al sitio de Cieneguita. El área de estudio se muestra en la figura 27.



Figura 27. Área de estudio.

5.2. Recopilación y Registro de Información Cuantitativa

5.2.1. Datos de Generación

La generación de residuos representa el inicio del flujo y determina la cantidad a partir de la cual se estimará la liberación de residuos en diferentes partes del sistema de gestión de residuos ordinarios. Esta se calculó partir de los datos de población, generación per cápita y caracterización porcentual de los residuos La tabla 5 muestra los datos de generación ingresados para el cálculo.

Información requerida en la metodología	Dato ingresado	Fuentes consultada
Población (1)	60 929	Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC). Estimación de la población del cantón de Limón para el 2021 de acuerdo a datos del último censo nacional (2011).
Generación per cápita (kg/per capita/día) (2)	0,85	Plan de Municipal para la Gestión Integral de Residuos del cantón de Limón (PMGIR, 2016). Datos se consideran representativos, ya que la caracterización del plan se realizó principalmente en comunidades dentro del área de estudio.

Información requerida en la metodología	Dato ingresado	Fuentes consultada
Caracterización de residuos sólidos por tipo de material (%) (3.1 – 3.6)	Papel: 14% Plástico: 15% Vidrio: 3% Metales: 3% Orgánico: 47% Otros: 18%	Plan de Gestión Integral de Residuos del cantón de Limón (2016). PMGIR cuenta con una caracterización pra residuos de origen habitacional y otra para residuos de origen comercial. Para este estudio solamente se contempló la caracteriazación habitacional.

Tabla 5. Datos de generación requeridos en la herramienta WFD para ejecutar el MFA y las fuentes de información consultadas.

5.2.2. Datos de Tratamiento y Disposición

En esta sección se describe la cantidad de residuos, por tipo de material, que:

- Se dispone en un relleno sanitario
- Se co-procesa para generar energía
- Es separada o recuperada dentro del sector de reciclaje formal
- Es separada o recuperada dentro del sector de reciclaje informal

Antes de describir las cantidades registradas en cada categoría, se debe mencionar y justificar porque en varios de estos destinos no se registraron residuos en la herramienta WFD. El primero es el destino de co-procesamiento. Esto se debe a que en el sitio no hay plantas de generación eléctrica a base de residuos (se colocó un valor de "0" en todas las celdas 5.1 -5.6 de la herramienta WFD).

De acuerdo a EBI Berthier, la empresa que administra el relleno sanitario que recibe los residuos del área de estudio, parte de los residuos que ellos reciben son recuperados y se envían a una planta de co-procesamiento para aprovechar su energía en procesos industriales.

El relleno sanitario se encuentra en una localidad llamada Santa Rosa a 7 km del área de estudio (ver figura 28). La separación se hace directamente en el relleno, el cual recibe residuos de muchos otros sitios de la provincia, por lo que no es posible determinar qué porcentaje de lo recuperado corresponde a los residuos recolectados en el área de estudio.

El segundo destino que no se consideró fue la recuperación informal de residuos. Esto se debe a que en el área de estudio no se identificaron grupos de recuperadores, o personas que se dediquen al reciclaje de manera informal (se colocó un valor de "0" en todas las celdas 7.1 - 7.6, 8.1 - 8.2 y 9.2 de la herramienta WFD).

El único sitio de recuperación de materiales que se observó es uno que se dedica a la recepción de metales. Ya que el principal enfoque de este estudio es evaluar el flujo de los residuos plásticos, se decidió no considerar este gestor informal en el registro de la herramienta WFD.

Además, según mencionan algunos actores locales, la presencia de este centro, fuera de ayudar a la recuperación de residuos liberados al ambiente, provoca que algunas personas contaminen aún más al tratar de recuperar metales de los contenedores de residuos. El problema es que quienes tienen esta práctica son personas en riesgo social que no realizan la recuperación de manera adecuada, y suelen voltear los contenedores, disponiendo todos los residuos en el suelo para quemarlos y recuperar los metales, provocando emisiones tóxicas y dejando los remantes de la quema en el suelo.



Figura 28. Ubicación del relleno sanitario de EBI en Santa Rosa de Limón.

Los datos de residuos dispuestos en relleno sanitario fueron aportados directamente por el Departamento de Operaciones de la Municipalidad de Limón. La base de datos utilizada describe la cantidad de diaria de residuos sólidos que la municipalidad dispuso en el relleno sanitario de Santa Rosa durante el 2021.

Se estudiaron todas las rutas de recolección de la municipalidad, y se determinó que solamente la ruta de los miércoles se efectúa fuera del área de estudio, por lo que los datos correspondientes a esos días fueron eliminados.

Una vez determinada la cantidad total que corresponde al área de estudio, se calculó la cantidad de residuos correspondiente a cada tipo de material utilizando los mismos porcentajes que se describen en la tabla 5 de la sección anterior. La tabla 6 describe la cantidad de residuos que se dispone en relleno sanitario ingresada en la herramienta WFD.

Tipo de Residuo	Cantidad registrada (toneladas / día)
Papel (4.1)	7,3
Plástico (4.2)	7,3
Vidrio (4.3.)	1,5

Tipo de Residuo	Cantidad registrada (toneladas / día)
Metales (4.4)	1,5
Otros (4.5)	8,3
Orgánico (4.6)	22,9

Tabla 6. Cantidad ingresada en la herramienta WFD de residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario para ejecutar el MFA.

Los datos de residuos recuperados del sector formal fueron aportados por el Departamento Ambiental de la Municipalidad de Limón, y corresponde al registro de la cantidad de residuos valorizables recuperados durante el 2021 en las campañas de reciclaje que la municipalidad organiza cada mes.

En el área de estudio no hay un servicio de recolección exclusivo de residuos valorizables, por lo que estas campañas son el único medio formal de reciclaje identificado. Se efectúa una vez al mes en un parque ubicado en el centro de Limón, por lo que en su mayoría acuden vecinos que habitan en el área de estudio.

Los residuos recuperados, son vendidos por una cooperativa local a un gestor de residuos valorizables autorizado llamado Reciplanet, que se ubica en Guácimo, otro cantón de la provincia que se ubica a 85km del área de estudio. Se efectuó una entrevista con el administrador de esta empresa quién confirmó que el único material valorizable que recibe del área de estudio es que se recupera en las campañas de reciclaje de la municipalidad. La tabla 7 describe la cantidad de residuos separados del sector formal que se ingresó en la herramienta WFD.

Se considera que el manejo de los residuos en estas campañas es adecuado y no genera liberación de residuos al ambiente. Por lo que en las casillas 9.1 y 9.3 de la herramienta WFD, en las que se valora este aspecto, se colocó un valor de 100% para reflejar esta condición.

Tipo de Residuo	Cantidad registrada (toneladas / día)
Papel (6.1)	0,11
Plástico (6.2)	0,05
Vidrio (6.3)	0,05
Metales (6.4)	0
Otros (6.5)	0
Orgánico (6.6)	0,014

Tabla 7. Cantidad ingresada en la herramienta WFD de residuos valorizables recuperados para ejecutar el MFA.

5.3. Recopilación y Registro de Información Cualitativa

La información cualitativa se recolectó mediante una visita de campo efectuada el 8 de marzo del 2022, la cual fue coordinada con el Departamento de Operaciones de la Municipalidad de Limón, y en la que se observaron las diferentes rutas de recolección dentro del área de estudio, y otros aspectos a evaluar directamente en el sitio.

La información cualitativa se valora asignando una calificación que se asocia a un factor numérico. Los aspectos cualitativos que contempla la metodología se muestran en la tabla 8, y los criterios para asignar el factor numérico a cada uno de ellos se muestra en el anexo 2.

Potencial de Liberación de Plástico al Ambiente	
Liberación de residuos plásticos del servicio de recolección	Contenedores de los residuos (10.1)
	Método de carga del camión recolector (10.2)
	Transporte primario (10.3)
	Manejo múltiple de residuos (10.4)
Potenciales de liberación durante la recolección y transporte en las cadenas formales de valorización de residuos	Tasa de rechazo de plásticos (12.1)
	Disposición de plásticos rechazados (12.2)
Potenciales de liberación durante la recolección y transporte en las cadenas informales de valorización de residuos	Método de extracción de los residuos valorizables (11.1)
	Método de transporte (11.2)
	Tasa de rechazo de plásticos (13.1)
	Disposición de plásticos rechazados (13.1)
Liberación de residuos plásticos durante su transporte hacia su disposición final	Capacidad de los camiones (14.1)
	Contención de los residuos en el camión recolector (14.2)
	Cobertura del camión recolector (14.3)
Liberación desde el sitio de disposición final	Amenazas ambientales (15.1)
	Exposición a agentes climáticos (15.2)
	Manejo de los residuos (15.3)
	Cobertura (15.4)
	Quema (15.5)
	Acordonamiento y delimitación del sitio (15.6)
Potencial de liberación de residuos plásticos a través de los sistemas de agua pluvial	Frecuencia de lluvias en el área de estudio (16.1)
	Limpieza de los caños (16.2)
Potenciales destinos y receptores de los flujos anteriormente descritos	
Quema a cielo abierto (17.1 – 17.4)	
Suelo (18.1 – 18.3)	

Alcantarillado (19.1 – 19.4)
Cuerpos de agua superficial (20.1 – 20.4)
Sitio de disposición final (21.1 – 21.3)

Tabla 8. Descripción de aspectos cualitativos requeridos en la metodología para ejecutar el MFA.

5.3.1. Potenciales de Liberación de Plástico al Ambiente

Contenedores de los residuos (10.1)

Este se refiere a la forma que en que las personas dejan sus residuos para ser recolectados. La mayoría sacan sus residuos en bolsas. Sin embargo, hay muchos aspectos sobre la forma que se realiza que le dan un alto potencial de liberación a esta sección:

- Las bolsas de residuos se dejan en el suelo sobre la vía pública sin ningún tipo de contención o retención.
- Personas de las comunidades en el área de estudio suelen sacar los residuos en días que no hay servicio de recolección, lo que genera que los residuos se mantengan a la intemperie por mucho tiempo.
- En algunas comunidades donde las viviendas están junto a un río, las personas prefieren dejar sus residuos junto al río que está frente a sus casas, lo que facilita que estos terminen en el cuerpo de agua (ver fotografía 19).

Debido a esto se le asignó un potencial de liberación alto a esta categoría.



Fotografía 19: Colocación de los residuos en la vía pública para su recolección junto al río Limoncito, Barrio Quinto, Limón.

Método de carga del camión recolector (10.2)

Este se refiere al método en que se cargan los camiones de recolección. Las condiciones de disposición descritas anteriormente dificultan mucho la labor de recolección de los funcionarios de

la municipalidad. El hecho de que los residuos se dispongan varios días previos a su recolección hace que estos permanezcan mucho tiempo a la intemperie.

Durante este tiempo, las bolsas son rotas por animales y se crean pequeños focos de contaminación en los que los residuos ya no están contenidos en bolsas, sino dispersos de forma individual en el suelo.

Esta situación hace muy difícil que los funcionarios sean capaces de recuperar todos los residuos dispuestos para su recolección. Han tratado de adaptarse con herramientas como escobas y palas, pero la cantidad de residuos y el acelerado ritmo de la ruta hace que muchos de los residuos queden en la vía. Y en ocasiones terminen en cuerpos de agua cercanos (ver fotografía 20). Debido a esto se le asignó un potencial de liberación alto a esta categoría.



Fotografía 20: Recolección de residuos junto al río Limoncito, Barrio Quinto, Limón.

Transporte primario (10.3)

Este se refiere al potencial de liberación de los residuos ya recolectados mientras el camión se moviliza a lo largo de su ruta.

Si bien hay problemas en el proceso de recolección que no permiten recuperar todo lo dispuesto en la vía pública, se considera que una vez en el camión, el potencial de un residuo se libere es bajo. Esto se debe principalmente a que la mayoría de los camiones utilizados en las rutas de recolección cuentan con compactadores que reducen esta posibilidad.

Manejo múltiple de residuos (10.4)

Esta sección fue diseñada para casos en los que hay un traspaso de los residuos entre su recolección y disposición final, por ejemplo, estaciones de transferencia. Esto no ocurre en el área de estudio, ya que los residuos son transportados directamente al relleno sanitario. Por lo tanto, no se asignó un potencial de liberación de residuos a este aspecto (N/A).

Potenciales de liberación durante la recolección y transporte en las cadenas formales de valorización de residuos (12.1 – 12.2)

Como se ha mencionado anteriormente, la única cadena de valorización identificada en el área de estudio son las campañas de reciclaje que la Municipalidad de Limón organiza cada mes.

En estas, las personas llevan sus residuos ya separados y son posteriormente transportados hasta la empresa gestora en Guácimo, fuera del área de estudio. Por lo tanto, se asignó un valor de 0% al porcentaje de rechazo de los materiales reciclados. Esto debido a que, si bien puede haber un rechazo, este ocurre fuera del área de estudio.



Fotografía 21: Campaña de reciclaje en Parque Vargas, Limón. Enero de 2021. Fuente: Limonhoy.com

Potenciales de liberación durante la recolección y transporte en las cadenas informales de valorización de residuos (11.1 – 11.2 y 13.1-13.2)

En el área de estudio no se identificaron cadenas de valorización de plástico informales. Sin embargo, una de las limitaciones de esta herramienta es que no cuenta con opciones de valorización para casos en los que este aspecto no aplica, por lo que fue necesario asignar potenciales de liberación de residuos bajos.

Capacidad de los camiones recolectores (14.1)

Se asignó un potencial de liberación bajo a los camiones por su capacidad, ya la municipalidad cuenta con camiones recolectores que en su mayoría cuenta con sistemas de compactación, lo que permite que el camión acarree una gran cantidad de residuos. En ninguna ocasión se observó a los camiones con contaran con una cantidad de residuos que excediera su capacidad.

Contención de los camiones (14.2)

Se asignó un potencial de liberación bajo a los camiones por su contención. El sistema de compactación de los camiones evita en gran medida que los residuos salgan una vez que son depositados dentro de él.

Cobertura de los camiones (14.3)

La mayoría de los camiones utilizados en las rutas de recolección dentro del área de estudio son camiones compactadores como los descritos en las dos acciones previas, y como el que se muestra en la fotografía 4. Sin embargo, estos camiones no pueden acceder a todas las calles en las que se brinda el servicio de recolección. En estos casos se utilizan vagonetas, que si bien, cuentan con una buena capacidad que no es comúnmente excedida, tienen un cajón abierto (ver fotografía 22). Por esta razón se asignó un potencial de liberación de residuos medio a este aspecto.



Fotografía 22: La imagen de la de izquierda muestra los camiones compactadores utilizados por la Municipalidad de Limón. La imagen de la derecha muestra los camiones utilizados para brindar servicio en las calles a las que los camiones compactadores no pueden acceder.

Potencial de liberación desde el sitio de disposición final (15.1 – 15.6)

De acuerdo con el alcance geográfico de este estudio, se considera que el relleno sanitario en el que se disponen finalmente los residuos está fuera del área de estudio (ver figura 28). La liberación de plástico de las instalaciones del relleno se refiere a las fugas del sitio generadas por el viento o por el agua.

De acuerdo a la información brindada por el administrador del relleno sanitario, el área no está expuesta a amenazas ambientales considerando que el terreno no es irregular ni cercano a ríos (potencial asignado es de ninguno). La escorrentía superficial está canalizada y controlada, siempre dentro del área de protección destinada por ley, representando un potencial bajo. Sobre el manejo de residuos, se asigna un potencial bajo pues no se permite acceso a personas externas al área de trabajo, se realiza una compactación diaria, así como coberturas temporales y permanentes en celdas protegidas con geomembrana con exposición mínima de viento, según reglamento de Rellenos Sanitarios 27378. La cobertura diaria considera entre 10 a 15 centímetros de tierra. No se practica la quema de residuos (potencial Muy alto) Se mantiene cercado de todo el perímetro, por lo que se asigna un potencial de bajo. (ver fotografía 23).



Fotografía 23: Vista general de las instalaciones del relleno sanitario, que permite ver escorrentía, caminos limpios y área de trabajo.

Potencial de liberación de residuos plásticos a través de los sistemas de agua pluvial (16.1 – 16.2)

Este aspecto calcula el potencial a través de dos factores: la frecuencia de lluvias y la frecuencia de limpieza de caos y vías públicas.

En el caso del primer factor, se asignó un potencial muy alto, ya que al igual que todo el territorio nacional, el clima en el área de estudio es típico de un bosque tropical lluvioso, con una precipitación mensual promedio de 286mm (Instituto Meteorológico Nacional [IMN], 2021).

Por otro lado, en el área de estudio se observó que las calles se limpian con frecuencia, ya que la acumulación de residuos sólidos en aceras y vías públicas, más allá de focos de contaminación específicos, es poca, y su limpieza se realiza en más de 2 ocasiones al año, por lo que se considera que el potencial de este aspecto es bajo (ver fotografía 24).



Fotografía 24: Las vías públicas y caños del alcantarillado pluvial se mantienen limpias. Además, estos cuentan con rejillas que evitan el ingreso de residuos grandes al alcantarillado. Playa Cieneguita, Limón.

5.3.2. Destinos del Plástico Liberado al Ambiente

Antes de describir la información ingresada en este apartado, es importante mencionar que este apartado de la herramienta WFD es la que cuenta con más limitaciones, ya que obliga en muchas ocasiones a signar una valorización a flujos de residuos o destinos que no existen en el área de estudio, además que calcula la cantidad final de residuos que terminan en un destino específico, no basándose en la calificación dada a ese destino en particular, si no en la proporción de dicha calificación con respecto al resto, provocando que esto pueda sobrestimar alguno datos.

Por ejemplo, si para un flujo en particular se considera que solamente una pequeña proporción de los residuos va a dar al sistema de agua pluvial, se le puede asignar una valoración baja a este destino. Sin embargo, se le selecciona que ninguno de los otros destinos ocurre, y se asigna la opción de ninguno, la herramienta valorará que el sistema de agua pluvial es el único destino seleccionado, asignándole el 100% de los residuos, sin importar que la opción seleccionada haya sido baja.

Por esta razón, para llenar esta sección, se revisó la información recopilada en campo con el asesor técnico de estudio de adelphi, y en conjunto se asignaron las diferentes valoraciones, basándose no en la valoración del destino como tal (de muy bajo a muy alta) sino en el porcentaje que la herramienta WFD calcula para la combinación de valoraciones asignada. En la tabla 9 se resumen las valoraciones asignadas a cada uno de los posibles destinos de los diferentes flujos de residuos plásticos que contempla la herramienta WFD.

Destino de los residuos plásticos no recolectados (17.1 – 17.4)

En campo se observó que la mayoría de los residuos que no se recolectan terminan en el suelo, principalmente, en por la existencia de diversos focos de contaminación en los que las personas disponen los residuos de forma masiva (ver fotografía 25).

En menor medida, se encuentran los cuerpos de agua, ya que hay personas que disponen sus residuos directamente en ellos, aunque esto ocurre mayormente en aquellas viviendas que colinda con ríos.



Fotografía 25: Focos de contaminación que se observan en diferentes puntos de la ciudad. Playa Cieneguita, Limón.

Destino de los residuos plásticos que se liberan durante la etapa de recolección (18.1 - 18.3)

Como se describe anteriormente, esta incluye todo lo que le ocurre al residuo desde que los generadores la disponen en la vía pública, hasta que es recolectada por el servicio municipal, y es la única etapa en la que se detectó que hay liberación de residuos al ambiente dentro del sistema de gestión de residuos ordinarios.

Según se observó en campo, la mayor parte de los residuos terminan en los ríos del área de estudio, ya sea porque las personas las disponen muy cerca de ellos, o bien, porque las lluvias tarde o temprano terminan lavando los que están en el suelo hacia los cuerpos de agua (ver fotografía 26).



Fotografía 26: Acumulación de residuos en el río Limoncito, Barrio Quinto, Limón.

Destino de los residuos plásticos que se liberan durante la recolección y transporte en las cadenas formales de valorización de residuos (19.1 - 19.4)

Realmente no se considera que haya liberación de residuos durante esta etapa del sistema de gestión de residuos. Sin embargo, debido a las limitaciones de la herramienta previamente descritas, se asignaron valores bajos a todos los destinos potenciales de este flujo.

Destino de los residuos plásticos que se liberan durante la recolección y transporte en las cadenas informales de valorización de residuos (20.1 – 20.2)

Si bien no se identificaron cadenas informales de valorización de residuos plásticos en el área de estudio, se consideró la práctica informal que realizan algunas personas de quema para recuperación de metales previamente descrita en la sección 2.2.2, y que repercute en la liberación de residuo plásticos. En este caso, se asignó una valorización alta a los destinos de quema y residuos que quedan retenidos en el suelo (ver figura 27).



Fotografía 27: Remanentes de quemas realizadas por ciertas personas para recuperar metales de los residuos.

Destino de los residuos liberados desde el sitio de disposición final (21.1 – 21.3)

Se refiere a una "fuente puntual involuntaria" que libera plástico al medio ambiente, en este caso desde el relleno sanitario. Según información brindada por la empresa EBI, el potencial de plástico en tierra es bajo y de presentarse sería por el trayecto de las urugas para lo cual se desarrollan prácticas de limpieza de esta maquinaria. Se aplica barrido de calles para asegurar que el residuo no llegue a desagües, por lo que se asigna potencial de ninguno. El cuerpo agua más próximo se ubica a más de un kilómetro, con vegetación escasa, plantas de la zona y algunos árboles.

Flujo de residuos	Quema	Valoración	Porcentaje
Destino de plásticos que no ingresan al sistema de gestión	Quema (17.1)	Muy bajo	9%
	Dispuestos en el suelo (17.2)	Medio	73%
	Dispuestos en el sistema de alcantarillado (17.3)	Muy bajo	9%
	Dispuesto en cuerpos de agua superficial (17.4)	Muy bajo	9%
Destino de plásticos liberados durante la recolección	Dispuestos en el suelo (18.1)	Bajo	57%
	Dispuestos en el sistema de alcantarillado (18.2)	Muy bajo	14%
	Dispuesto en cuerpos de agua superficial (18.3)	Alto	29%
Destino de los residuos plásticos que se liberan durante la recolección y transporte en las cadenas formales de valorización de residuos	Quema (19.1)	Muy bajo	20%
	Dispuestos en el suelo (19.2)	Muy bajo	40%
	Dispuestos en el sistema de alcantarillado (19.3)	Muy bajo	20%
	Dispuesto en cuerpos de agua superficial (19.4)	Muy bajo	20%
Destino de los residuos plásticos que se liberan durante la recolección y transporte en las cadenas	Quema (20.1)	Alto	38%
	Dispuestos en el suelo (20.2)	Alto	62%

Flujo de residuos	Quema	Valoración	Porcentaje
informales de valorización de residuos	Dispuestos en el sistema de alcantarillado (20.3)	Ninguno	0%
	Dispuesto en cuerpos de agua superficial (20.4)	Ninguno	0%
Destino de los residuos liberados desde el sitio de disposición final	Dispuestos en el suelo (21.1)	Bajo	40%
	Dispuestos en el sistema de alcantarillado (21.2)	Ninguno	0%
	Dispuesto en cuerpos de agua superficial (21.3)	Bajo	10%

Tabla 9. Valoraciones asignadas a los destinos de los potenciales residuos liberados que se ingresaron en la herramienta WFD.

5.4. Resultados

5.4.1. Resultados Generales de Generación, Tratamiento y Disposición

Según los cálculos de generación de la herramienta WFD, en el área de estudio se genera un total de 18 903 toneladas de residuos sólidos al año. El sistema de gestión de residuos, compuesto por el servicio de recolección municipal y las campañas de reciclaje, logra recuperar el 94% de todo eso (1.134 toneladas al año).

El modelo que describe el flujo específico de los residuos plásticos se muestra en la figura 29. En él se observa que 2 780 toneladas de plástico entran al sistema de gestión de residuos ordinarios cada año¹. De esta cantidad, 2 665 toneladas son dispuestas en el relleno sanitario (95,86%), y solamente 18 toneladas son recuperadas para su valorización a través de las campañas de reciclaje que la municipalidad organiza cada mes. Esto representa apenas un 0.65% de todos los residuos plásticos que entran en el sistema.

Del total que entra al sistema, 15% representa el plástico anual que se libera al ambiente durante el proceso de recolección. Esta etapa en el sistema de gestión de residuos ordinarios es el principal y único punto en el que se detectaron fugas de residuos al ambiente. Cabe mencionar que, para efectos de este estudio, el proceso de recolección describe todo lo que ocurre con el residuo desde el momento en que este es colocado en la vía pública hasta que es recolectado por el servicio municipal, por lo que no se limita al proceso de recolección que realiza el gestor, que en este caso es la municipalidad.

Las principales razones para que esto ocurra se debe principalmente al momento y forma en que los habitantes colocan sus residuos para ser recolectados en el área de estudio. Algunas de las principales razones que ocasionan este problema son:

- Muchas personas sacan sus residuos en días que no hay recolección, por lo que estos permanecen mucho tiempo en la vía pública expuestos a que las bolsas sean rotas por animales o bien, movidos por acción del viento y las lluvias, que los terminan acarreado principalmente hacia cuerpos de agua.
- Este último también provoca que se creen focos de contaminación temporales, ya que, al permanecer tanto tiempo a la intemperie, las personas comienzan a arrojar residuos de manera individual sobre las bolsas. Esto dificulta la labor de recolección a los funcionarios de la municipalidad, que deben recurrir a elementos como palas para tratar de recuperar todo lo que está disperso en la superficie.
- Otro aspecto importante, es que, en algunas viviendas ubicadas cerca de cuerpos de agua, los vecinos suelen dejar los residuos junto al río en vez de hacerlo frente a sus viviendas, y sin ningún tipo de contención, lo que facilita aún más que parte de estos terminen cayendo al río antes o durante el proceso de recolección. Un claro ejemplo de esto ocurre en la comunidad de Barrio Quinto junto al río Limoncito.

¹ Se considera que un residuo entra al sistema de gestión de residuos sólidos desde el momento en que es colocado en un contenedor o fuera de una vivienda para que sea recolectado por cualquier servicio formal o informal de gestión.

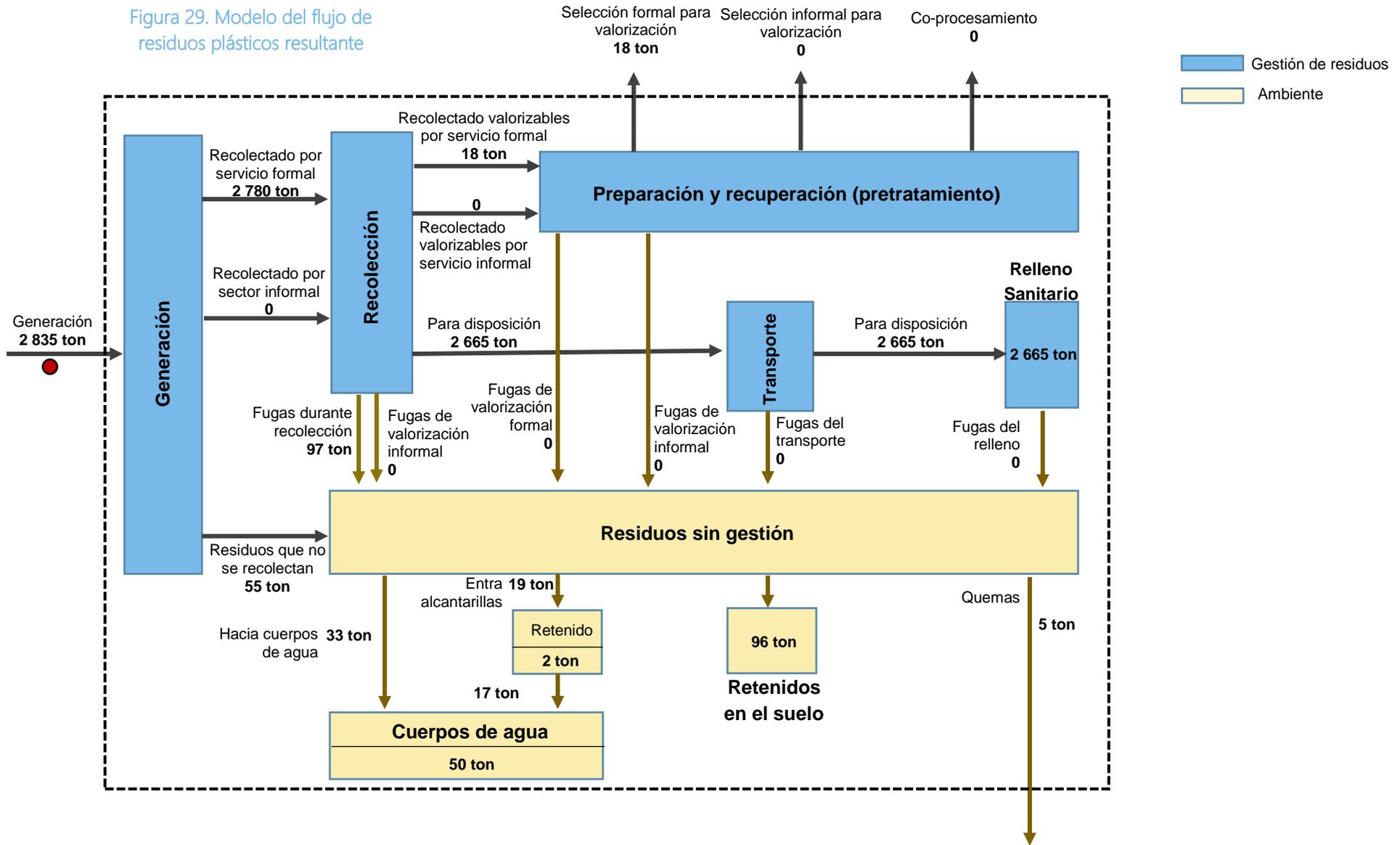
5.4.2. Destino de los Residuos Plásticos Liberados al Ambiente

De acuerdo al modelo, un total de 55 toneladas de plástico no logran entrar al sistema de gestión de los residuos. A estos se les suman las 97 toneladas que se fugan durante el proceso de recolección, lo que suma un total de 151 toneladas de residuos plásticos que se liberan al ambiente desde el área de estudio.

En lo que respecta al destino de esos residuos plásticos, se estima que anualmente 5 toneladas son quemados, y 96 toneladas quedan retenidos en el suelo. Cabe mencionar que esta última categoría incluye botaderos y residuos en las calles, que posteriormente pueden reintroducirse en el sistema de gestión a través de los servicios de limpieza de calle o bien mediante la eliminación de esos botaderos.

Por otro lado, el modelo describe que 33 toneladas de estos residuos plásticos terminan directamente en cuerpos de agua superficial, mientras que otras 17 toneladas se suman ingresando por medio de los sistemas de alcantarillado, lo que genera un total de 50 toneladas de residuos plásticos que terminan disponiéndose en cuerpos de agua superficial cada año.

Figura 29. Modelo del flujo de residuos plásticos resultante



6. Conclusiones, recomendaciones y lecciones aprendidas

6.1. Conclusiones y recomendaciones específicas de los sitios

6.1.1. Muestreo de residuos sólidos en playa

Puerto Viejo

En el área de muestreo de Puerto Viejo, de 855m², se recolectaron en total 1623 residuos sólidos con un peso total de 19.2 kg.

De estos 1623 residuos, los artículos como vidrio, colillas de cigarro y chapas de cerveza están muy relacionados a la actividad comercial y turística que se desarrolla en la comunidad, por lo que se puede inferir que la fuente es principalmente local, generada por las personas que suelen utilizar esta área para consumir (en locales comerciales y fiestas clandestinas) bebidas gaseosas, bebidas alcohólicas y alimentos.

Esto explicaría también el alto porcentaje que representa la marca de cerveza Corona en este sitio, ya que según han indicado los actores locales, las personas que organizan estas fiestas suelen comprar las bebidas alcohólicas en Panamá, donde el costo es más bajo, permitiéndoles revenderlas en Puerto Viejo a un precio aún menor que el de las cervezas de marca local. Además, de que la marca Corona parece asociarse más al perfil de turista que visita la zona.

Esta situación ha generado problemas y descontento en varios comercios de la localidad, ya que, según informó el presidente de la Cámara de Comercio del Caribe Sur, cuando ocurren estas fiestas son los mismos comerciantes quienes asumen la limpieza de la playa frente a sus negocios.

Ante esta situación, parece importante diseñar estrategias para reducir estas fiestas clandestinas. Estas acciones deberían coordinarse en conjunto con las organizaciones responsables como la Municipalidad de Talamanca, Fuerza Pública y Ministerio de Salud. Y tampoco debería descartarse la participación de otras partes interesadas, como puede ser la empresa encargada de distribuir la cerveza Corona en Costa Rica, como parte de la Responsabilidad Extendida al Productor.

Otra acción a corto plazo que se puede implementar es la colocación de contenedores apropiados para disponer los residuos a lo largo de la playa, dado que los actuales no tienen fondo y su estructura tiene huecos que no contienen los residuos más livianos y pequeños.

Por otro lado, según indicó la persona a cargo del servicio de recolección de la Municipalidad de Talamanca, la operación del Centro de Recuperación de Residuos Valorizables actualmente no es rentable.

De acuerdo a las personas entrevistadas, esto se debe a que las tasas de recolección para estos tipos residuos son bajas. Sin embargo, también se debe a un componente geográfico, ya que la mayor cantidad del material es vendido a compradores ubicados en el centro de país.

Al ser Puerto Viejo una comunidad que se ubica en el extremo noreste del país provoca que los costos de transporte se incrementen y reduzcan la rentabilidad económica de esta actividad.

El centro cuenta con capacidad de procesar más material, lo que hace el incrementar la cultura de reciclaje en la población y fomentar que se aproveche mejor el servicio de recolección de residuos valorizables la prioridad de en cuanto acciones dirigidas a apoyar al Centro de Recuperación.

Por otro lado, también es importante buscar opciones de compradores más cercanos, o bien, que asuman parte de los gastos de transporte. Esto ayudaría a reducir este gasto operativo e incrementaría la rentabilidad de los materiales que se vendan.

Dichas acciones podrían comenzar a enfocarse en el reciclaje del vidrio, el cual es el tipo de material que más se libera en las playas de acuerdo al muestreo.

Cieneguita

En el área de muestreo de Cieneguita, de 192m², se recolectaron en total 1174 residuos sólidos con un peso total de 17 kg. De estos 1174 residuos, los fragmentos de estereofón liso, comúnmente usados para comidas, fue el artículo que más se encontró en esta playa.

Según los tipos de residuos encontrados en el muestreo, la naturaleza de los residuos en Playa Cieneguita es mayormente domiciliar, provenientes principalmente de los barrios que colindan directamente con el río Cieneguita: Cieneguita, Los Cocos y Los Lirios.

El principal enfoque de este problema debe ser evidentemente el de educar y sensibilizar ambientalmente a la población, ya que ninguna situación de acceso por parte de los camiones recolectores a ciertas calles de estos barrios justifica el hecho de que los residuos se estén disponiendo directamente en el río.

Aun así, ya que el proceso de educar a una comunidad puede tomar mucho tiempo, hay otras acciones que se pueden realizar mientras se intenta cambiar este comportamiento.

Una de ellas consiste en establecer pequeños sistemas de recolección en estas alamedas de difícil acceso para los camiones, en el que personas de la misma comunidad recolecten los residuos de estas viviendas y los trasladen hasta un sitio al que si pueda acceder el camión recolector.

Las personas que estén a cargo de hacer este trabajo recibirían una remuneración, así como los implementos necesarios, incluyendo vehículos que sean aptos para movilizarse a través de estas alamedas.

Proyectos como este han sido anteriormente implementados con éxito por parte de ABRELPE en la comunidad de Palafitas, Brasil.

Es importante recalcar que en estos barrios se vive una grave situación de narcotráfico, por lo que es muy importante que todas las acciones, tanto las que estén en la línea de educación ambiental, como aquellas dirigidas a fortalecer el sistema de recolección, se ejecuten siempre con miembros de la comunidad.

En este caso, se ha identificado al Comité Bandera Azul de Playa Cieneguita, como un actor local que puede cumplir ese papel de contacto entre la comunidad y las acciones del proyecto.

Este mismo comité tiene un papel activo en la limpieza de la playa Cieneguita. Por lo tanto, también se considera importante desarrollar convenios y acciones políticas que permitan fortalecer a este

grupo. Una de ellas podría ser, la asignación de fondos por parte de la Municipalidad de Limón para financiar limpiezas de playa en el Plan de Gestión de Residuos.

Uno de los principales problemas que tiene la Municipalidad de Limón en cuanto a gestión de residuos, es que no tiene establecidas rutas de recolección exclusivas para residuos valorizables. Este se debe principalmente a la falta de un centro de acopio en el cantón.

Ante esta situación, una de las principales líneas de acción que debe tener PROMAR en este sector es apoyar los proyectos que estén dirigidos a establecer un centro de acopio en Limón.

Por último, y considerando que Cieneguita es el sitio muestreado con mayor acumulación de residuos por m^2 , se considera que este es un sitio adecuado para implementar algún proyecto piloto en el que se pruebe algún tipo de tecnología para interceptar los residuos en el río Cieneguita y evitar su salida al mar.

Tortuguero

Playa Tortuguero

En el área de muestreo de Tortuguero, $2520 m^2$, se recolectaron en total 1787 residuos sólidos con un peso total de 21 kg. De estos 1787 residuos, los fragmentos de estereofón liso, comúnmente usados para comidas, fue el artículo que más se encontró en esta playa

En primera instancia se pudo observar que Tortuguero es el sitio con menor cantidad de residuos. Esto se debe a que Tortuguero es una comunidad que está muy organizada en lo que respecta al mantenimiento y limpieza de sus playas por la importancia que estas tienen en la anidación de tortugas, y que a su vez representa el principal motor económico de la zona por el turismo que genera.

Durante la época de anidación de tortugas, se prohíbe la presencia de personas en la playa desde las 6:00 pm hasta las 5: 00 am. El ingreso es controlado y restringido a guías locales autorizados con sus respectivos grupos de turistas en tours de avistamiento de tortugas,

Sin duda esta medida influye en que la acumulación de residuos sea mucho más baja con respecto a otros sitios como Puerto Viejo, donde la afluencia de personas y el consumo de bebidas y alimentos en la playa durante la noche es mayor.

Por otro lado, los muestreos en Tortuguero indicaron que hay dos tipos de residuos con fuentes diferentes para este sitio. Se podría decir que el porcentaje de estereofón representa fuentes locales, ya que consiste en su mayoría a contenedores de comida que se usan en restaurantes y hoteles. Mientras que el plástico, representa los residuos provenientes de corrientes marinas, ya que en su mayoría eran pequeños fragmentos de plástico con alto grado de desgaste, que evidencian haber estado liberados en el ambiente por mucho tiempo.

Otro aspecto que analizar es la variación de la relación plástico/estereofón entre las tres áreas de muestreo. Esta relación es menor a 1 (0.89 y 0.56) en las áreas que colindan con la comunidad, lo que quiere decir que hay mayor presencia de estereofón que plásticos en la playa.

Por otro lado, en el área de muestreo junto al Parque Nacional, esta relación es 1.28, lo que quiere decir, que la presencia de plástico pasa a ser mayor en este sector.

Esto hace más evidente que el origen del estereofón es principalmente local, y que este es el principal tipo de residuo que se genera en la comunidad, sobre todo considerando que las áreas de muestreo se ubicaron junto a los caminos de acceso a la playa desde el pueblo.

El Comité Ambiental de Tortuguero lidera un programa de Eco-etiquetado que fomenta la sustitución de plásticos de un solo uso en los comercios.

Sin embargo, el muestreo indica que el estereofón es el material de origen local que requiere más atención, por lo que una de las medidas que se pueden tomar es el fortalecimiento de este programa incluyendo la utilización de materiales que sustituyan el estereofón como uno de los puntos para otorgar el galardón a comercios que sirvan alimentos.

Durante el estudio, se mantuvo conversaciones con la persona a cargo del departamento ambiental de la Municipalidad de Pococí para colaborar en la búsqueda de proveedores que ofrezcan este tipo de productos alternativos al plástico y el estereofón a precios accesibles para los comercios de la comunidad.

Además, desde el 07 de agosto del 2021 entró en vigencia la prohibición del estereofón en Costa Rica, por lo que se espera que este primer muestreo sirva como línea base para observar la efectividad de esta medida.

Con respecto al tema de educación y sensibilización de la comunidad, este deberá enfocarse en fomentar la cultura de separar los residuos valorizables para incrementar la tasa de recuperación de la planta de tratamiento de residuos. Se ha planteado de instaurar un sistema de incentivos en el que los abonados puedan obtener beneficios a cambio de entregar sus residuos valorizables limpios y separados.

Otro tema importante de sensibilización es fomentar el consumo de agua del acueducto local para disminuir el consumo de agua embotellada. Para atacar este mismo punto, pero dirigido a la población turística, se planteó junto con los actores locales la idea de diseñar una marca local de botellas reutilizables y la colocación de bebederos en áreas públicas en las que los turistas puedan rellenarla

Playa Norte

En el área de muestreo de Playa Norte, 585 m², se recolectaron en total 1559 residuos sólidos con un peso total de 37 kg. De estos 1559 residuos, los fragmentos de plástico duro fue el artículo que más se encontró en esta playa

En Playa Norte no hay comunidades o complejos hoteleros, solamente unas pocas viviendas y la Estación Biológica Caño Palma. Por lo tanto, se infiere que los residuos observados en este sector provienen del río Tortuguero o bien de las corrientes marinas, que, a su vez, podrían arrastrar residuos desde la desembocadura del río Colorado (20 Km al norte) o desde el Mar Caribe.

Es por esta razón que en el sitio se encuentran principalmente botellas plásticas, que son un tipo de residuos capaz de ser arrastrado grandes distancias debido a su baja densidad y flotabilidad.

Debido a que la fuente de estos residuos es lejana, se considera poco probable poder incidir en la contaminación de esta playa tomando acciones directamente Tortuguero.

Es posible que, para poder impactar esta playa, en lo que respecta a disminuir el flujo de residuos, se deban ampliar las acciones a otros sectores dentro de la cuenca de este río como Cariari y Guápiles.

Otra medida que se puede tomar en el marco de este proyecto es visibilizar el apoyo y financiamiento que requiere esta zona para las limpiezas de playa.

Funcionarios de la Estación Biológica Caño Palma se han ofrecido a replicar la metodología de muestreo de residuos sólidos en playa, para obtener información más precisa de la cantidad de botellas que se acumulan en este sector y de sus marcas comerciales.

6.1.2. Análisis de fugas de residuos

Los resultados del modelo de flujo de los residuos plásticos en el área de estudio se pueden resumir de la siguiente forma:

- El sistema de gestión de residuos en el área de estudio únicamente incluye el servicio de recolección de residuos ordinarios que brinda la Municipalidad de Limón y campañas de recolección de residuos valorizables, también llamadas campañas de reciclaje, que también organiza la municipalidad una vez al mes.
- En el área de estudio se genera aproximadamente 18 903 toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales, el 94% (17 768 toneladas) entran al sistema de gestión de residuos para su recolección y disposición.
- De estas 18 903 toneladas de residuos sólidos, 2 835 toneladas corresponden a residuos plásticos, de los cuales 2 665 se disponen en el relleno sanitario, 18 toneladas son recuperadas para ser valorizadas y 55 toneladas no logran entrar al sistema de gestión.
- En total, se liberan al ambiente 152 toneladas de residuos plásticos cada año en el área de estudio.
- De esas 152 toneladas, 50 toneladas terminan contaminando cuerpos de agua superficial, como ríos y el Mar Caribe.

Con respecto a las principales causas observadas de esta situación se concluye lo siguiente:

- La recolección es la principal y única etapa dentro del sistema de gestión de residuos ordinarios en la que se detectó liberación de residuos al ambiente; en este proceso se liberan 97 toneladas de plástico al año.
- La principal razón de esto es la forma en la que los habitantes del área de estudio disponen sus residuos en la vía, donde las prácticas que más contribuyen a este problema son:
 - Sacar los residuos a la vía pública los días en los que no hay servicio de recolección; y
 - Colocar los residuos a la orilla de los ríos sin ningún tipo de contención o retención para proteger las bolsas de animales o evitar que estos se movilen fácilmente hacia los cuerpos de agua.
- Por último, se determinó que la tasa de reciclaje de materiales plásticos en el área de estudio es muy baja, logrando recuperar para su valorización solamente el 0,65% de todo el material plástico que entra en el sistema de gestión.

Como acciones de prevención y mejora:

- Colocar estructuras de contención en las comunidades aledañas a los ríos para evitar que los residuos que sacan queden expuestos en el suelo a los animales y la escorrentía. En la fotografía 27, se muestra una implementada por un vecino de Barrio Quinto, Limón.
- Realizar campañas de educación y sensibilización enfocadas en cambiar los hábitos que tienen la población al momento de sacar los residuos a la vía pública:
 - Sacar los residuos únicamente en los días que hay servicio de recolección en sus viviendas;
 - Colocar los residuos frente a sus viviendas, y no a la orilla del río;
 - Sensibilizar sobre el impacto que estos hábitos tienen en los ecosistemas marinos, actividad turística en la zona, e impacto económico.
- Implementar estrategias dirigidas a incrementar significativamente la cantidad de residuos, especialmente plásticos, que se separen de los residuos ordinarios y entren al flujo formal de valorización (reciclaje).
- Como medida inmediata para reducir el flujo de residuos plásticos hacia el Mar Caribe, se podría instalar un sistema de retención en el cauce del río Limoncito, específicamente en la localidad de Barrio Quinto (ver fotografía 28). Sin embargo, esta acción requeriría coordinar una limpieza periódica de las trampas para retirar el plástico del cauce. También se recomienda que, en caso de implementar esta medida, se lleve un registro de la cantidad de plástico que se recupera por medio de esta como indicador de la eficiencia de las otras medidas.
- A nivel municipal, se recomienda incorporar elementos de la gestión de residuos marinos en el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos, considerando las medidas antes indicadas, así como otras iniciativas que puedan surgir al socializar los datos de este estudio con otros actores de la comunidad.



Fotografía 28: Estructura implementada por un vecino de la localidad de Barrio Quinto, Limón. Los residuos se mantienen elevados, protegiéndolos de animales y evitan que las lluvias los movilen hacia el cauce del río Limoncito.



Fotografía 29: Ejemplo de trampas colocadas en ríos para retener y recuperar residuos plásticos.
Fuente: Parley for the Oceans.

6.1.3. Lecciones aprendidas en la aplicación de ambas metodologías

Los resultados del muestreo de residuos sólidos en playa en Cieneguita y el análisis de fugas de residuos de plásticos aplicados a esta misma comunidad confirman la necesidad de tomar acciones para prevenir la llegada del plástico a este sector. De acuerdo al muestreo realizado en playa Cieneguita, el plástico es el tipo de material de mayor presencia con un 54%, lo cual es consistente con la poca cantidad de residuos plásticos que son recuperados para su valoración, que de acuerdo al modelo creado bajo la herramienta WFD, corresponde al 0.65% de todos los residuos plásticos que entran en el sistema.

Así mismo, los resultados obtenidos por ambas metodologías refuerzan la necesidad de implementar acciones enfocadas a 3 grandes líneas de acción, la educación y sensibilización (las cuales entre otras actividades considera la participación en campañas de recolección de residuos valorizables), el reciclaje y acopio de residuos valorizables.

6.2. Conclusiones y recomendaciones para futuros estudios

La problemática de la contaminación marina por fuentes terrestres es un tema relativamente reciente de estudio científico y por lo tanto, el registro de datos que conduzca a la toma de decisiones adecuadas para prevenir la llegada de los residuos al mar es incipiente.

El gran aporte de la metodología de muestreo de residuos sólidos en playa es brindar precisamente datos estandarizados del tipo residuos que llega a las playas para luego construir soluciones de prevención y mitigación. La adopción de la metodología como propia por parte del Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente y Energía, rectores en la materia, permitirá su aplicación a gran escala obteniéndose información de calidad que sustente la formulación de políticas de gestión de residuos sólidos y de responsabilidad extendida del productor.

La metodología también permite hacer una correlación entre la dinámica de las comunidades (patrones de consumo, actividad comercial ó turística) y su ubicación (cercana a ríos o corrientes marinas) y el tipo de residuos que llega a la playa Entender esta correlación es fundamental para establecer soluciones en particular con un enfoque de economía circular.

La integración de la metodología en las actividades de limpieza, que ya están institucionalizadas en el país, permite darles un contenido técnico y educacional más allá de una identificación de la problemática.

La metodología planteada es de fácil aplicación y análisis, lo cual facilita el interés y participación de diversos actores de la comunidad en la identificación de medidas y acciones para prevenir el flujo de residuos al mar. Si bien la información resultante del ejercicio no representa un posible comportamiento estadístico de los sitios elegidos, si representa un espacio de participación donde la comunidad o el ente organizador puede aportar datos que reflejen hábitos de consumo que estén generando el problema de contaminación.

Cabe mencionar que la metodología de muestreo adoptada por las autoridades del Ministerio de Salud y Ministerio de Ambiente y Energía es parte de las recomendaciones de estos ministerios para ser integrada en los planes municipales para la gestión integral de residuos, en este sentido se aplica actualmente un proyecto piloto en la Municipalidad de Pococí, del cual se obtendrá una guía para orientar a las municipalidades en la incorporación de elementos de la gestión de residuos marinos. El documento será validado por el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía.

En el caso de la metodología para la construcción de modelos análisis de fugas de residuos plásticos, los datos requeridos para completar la herramienta son usualmente generados por gobiernos locales, sin embargo, debido a un tema de recursos o de prioridades propias de cada municipalidad, es factible que no se disponga de esta información, lo cual impide o limita la obtención de resultados confiables a través del WFD.

De manera general podría identificarse distintos públicos meta para las herramientas, por un lado las organizaciones locales generando información a partir de espacios de muestreo y por otro lado, entidades de gobierno y municipalidades que cuentan con información o con la autoridad para obtener los insumos para identificar el flujo de los residuos que se vierten al medio ambiente.

Desde nuestra experiencia consideramos que ambas herramientas representan un importante insumo para que las municipalidades puedan retroalimentar su plan de gestión integral de residuos, el cual es requerido acorde a la legislación del país. Donde miembros de la comunidad costera aportan acciones fundamentadas en muestreos de playa y la municipalidad por su parte identifica mejoras para optimizar la ejecución del sistema de manejo de residuos sólidos.

Finalmente, como recomendaciones para la aplicación sostenible de este tipo de estudios:

- La metodología de muestreo requiere ser adoptada por las autoridades locales para obtener datos a gran escala y soluciones integrales. De lo contrario se reduce a un ejercicio educacional.
- La sistematización de los datos en un repositorio común es fundamental para la toma de decisiones, esto podría ser un trabajo de PROMAR que complemente las acciones de Diálogo Internacional y Responsabilidad Extendida del Productor.
- Sensibilizar a los actores nacionales que realizan iniciativas continuas para la limpieza de playas a fin de que apoyen la caracterización de los residuos mediante la metodología de muestreo planteada bajo proyecto PROMAR-Costa Rica a fin de construir información que va más allá del pesaje. Esta acción puede ser parte de las acciones planteadas en los planes de gestión de residuos en las municipalidades, para el mapeo de actores del monitoreo de playa.
- En el caso del análisis de fugas de residuos plásticos, identificamos la oportunidad de desarrollar espacios de capacitación para municipalidades costeras con el fin de compartir la herramienta y apoyar en la creación de un lineamiento/procedimiento que guíe su implementación en los gobiernos locales, tomando como base la experiencia de la Municipalidad de Limón en el levantamiento y administración de la información.

Referencias

Garro, D., Chavez, K., Solano, E. y Valverde, J. (2021) Climatología aeronáutica 2005-2020. Aeropuerto Internacional de Limón. Instituto Meteorológico Nacional.

Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2011). Proyección proyectada al 30 de junio por grupos de edades, según provincia, cantón, distrito y sexo. Datos para el distrito central de Limón para el año 2021. Recuperado de <https://www.inec.cr/>.

Municipalidad Cantón Central de Limón. (2016). Plan Municipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos del Cantón Central de Limón 2016-2021.

Municipalidad Cantón Central de Limón. (2022). Toneladas dispuestas en 2021.

Municipalidad Cantón Central de Limón. (2022). Tabla de recuperación de residuos valorizables en las campañas 2021.

Parley for the Oceans. (2021). River interception Overview.

Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), Universidad de Leeds, Eawag aquatic research y Wasteaware. (2020). Waste Flow diagram. A rapid assessment for mapping waste flows and quantifying plastic leakage. User manual.

Ureña, J. (2021). Campaña de reciclaje recoge entre 8 y 9 toneladas de materiales valorizables por mes. Limonhoy. Recuperado de <https://www.limonhoy.com/post/campa%C3%B1a-de-reciclaje-recoge-entre-8-y-9-toneladas-de-materiales-valorizables-por-mes>

Anexo 1: Información General de los Muestreos

Información del Muestreo en Puerto Viejo

Etapa de recolección

Fecha:	30/8/2021	Áreas muestreadas		
Hora Inicio:	08:30:00 a. m.			
Hora Final:	09:30:00 a. m.	Nombre	Dimensiones	
			Largo (m)	Ancho (m)
		Transecto 1	27	23
No. Participantes:	11	Transecto 2	13	18
Fecha de última limpieza:	23/8/2021			
Días sin limpieza	7			

Etapa de separación y muestreo

Fecha:	30/8/2021	Pesos recolectados por área	
Lugar:	Corredor Biológico Talamanca Caribe	Nombre	Peso (kg)
Hora Inicio:	10:15:00 a. m.	Transecto 1 y 2	19,2
Hora Final:	12:00:00 a. m.		
		No. Participantes:	8

Lista de 10 artículos con más presencia en Puerto Viejo

N°	Artículo	Cantidad	
1	Fragmentos de vidrio (sin definir)	416	25,63%
2	Colillas de cigarro	260	16,02%
3	Tapas metálicas (Chapas)	173	10,66%
4	Fragmentos de papel y documentos	103	6,35%
5	Fragmentos de plástico (flojo)	99	6,10%
6	Lengüetas de lata	93	5,73%
7	Fragmentos de plástico (duro)	69	4,25%
8	Tapas de botella plástica	43	2,65%
9	Anillos de botella	37	2,28%
10	Empaques de snacks metalizados	37	2,28%

Información del Muestreo en Cieneguita

Etapa de recolección

Fecha:	1/9/2021
Hora Inicio:	10:45:00 a. m.
Hora Final:	11:15:00 a. m.
No. Participantes:	7
Fecha de última limpieza:	7/8/2021
Días sin limpieza	25

Áreas muestreadas		
Nombre	Dimensiones	
	Largo (m)	Ancho (m)
Transecto	10	19

Etapa de separación y muestreo

Fecha:	1/9/2021
Lugar:	IslaUvita Eco Tours - Muelle
Hora Inicio:	12:15:00 p. m.
Hora Final:	04:17:00 p. m.
No. Participantes:	4

Pesos recolectados por área	
Nombre	Peso (kg)
Transecto 1	17

Lista de 10 artículos con más presencia en Cieneguita

N°	Artículo	Cantidad	
1	Fragmentos de contenedor de comidas (estereofón liso)	328	27,94%
2	Fragmentos de plástico (duro)	155	13,20%
3	Tapas de botella plástica	96	8,18%
4	Fragmentos de plástico (flojo)	80	6,81%
5	Botellas bebidas	77	6,56%
6	Tapas de plástico general	48	4,09%
7	Fragmentos estereofón de embalaje (granulado o laminados)	30	2,56%
8	Cuerdas gruesas	18	1,53%
9	Cubiertos desechables (plástico)	17	1,45%
10	Juguetes	17	1,45%

Información del Muestreo en Tortuguero

Etapa de recolección

Fecha:	3/9/2021
Hora Inicio:	02:45:00 p. m.
Hora Final:	03:35:00 p. m.
No. Participantes:	17
Fecha de última limpieza:	15/8/2021
Días sin limpieza	19

Áreas muestreadas		
Nombre	Dimensiones	
	Largo (m)	Ancho (m)
Transecto 1	30	29
Transecto 2	30	23
Transecto 2	30	32

Etapa de separación y muestreo

Fecha:	1/9/2021
Lugar:	Parque Nacional Tortuguero
Hora Inicio:	03:48:00 p. m.
Hora Final:	04:22:00 p. m.
No. Participantes:	17

Pesos recolectados por área	
Nombre	Peso (kg)
Transecto 1	7
Transecto 2	7
Transecto 3	7

Lista de 10 artículos con más presencia en Tortuguero (sumatoria de las tres áreas muestreadas en el sitio)

N°	Artículo	Cantidad	
1	Fragmentos de contenedor de comidas (estereofón liso)	810	45,33%
2	Fragmentos de plástico (duro)	397	22,22%
3	Fragmentos de plástico (flojo)	125	6,99%
4	Tapas de botella plástica	62	3,47%
5	Colillas de cigarro	49	2,74%
6	Pajilla	47	2,63%
7	Contenedor de comidas (estereofón liso)	45	2,52%
8	Fragmentos estereofón de embalaje (granulado o laminados)	36	2,01%
9	Envoltorios y empaques plásticos	26	1,45%
10	Palillos popi	15	0,84%

Información del Muestreo en Playa Norte

Etapas de recolección

Fecha:	29/9/2021
Hora Inicio:	05:36:00 a. m.
Hora Final:	09:04:00 a. m.
No. Participantes:	4
Fecha de última limpieza:	N/A
Días sin limpieza	N/A

Áreas muestreadas		
Nombre	Dimensiones	
	Largo (m)	Ancho (m)
Transecto 1	32.2	10
Transecto 2	26.35	10

Etapas de separación y muestreo

Fecha:	29/9/2021
Lugar:	Estación Caño Palma
Hora Inicio:	10:14:00 a. m.
Hora Final:	04:10:00 p. m.
No. Participantes:	3

Pesos recolectados por área	
Nombre	Peso (kg)
Transecto 1	12.4
Transecto 2	25.1

Lista de 10 artículos con más presencia en Playa Norte

N°	Artículo	Cantidad	
1	Fragmentos de plástico (duro)	405	25,98%
2	Fragmentos estereofón de embalaje (granulado o laminados)	263	16,87%
3	Fragmentos de contenedor de comidas (estereofón liso)	161	10,33%
4	Botellas bebidas	157	10,07%
5	Tapas de botella plástica	73	4,68%
6	Envoltorios y empaques plásticos	67	4,30%
7	Tapas de plástico general	57	3,66%
8	Palillos popi	44	2,82%
9	Fragmentos de plástico (flojo)	37	2,37%
10	Zapatos y sandalias	33	2,12%

Anexo 2: Valoración de aspectos cualitativos MFA

Criterio de valoración de los aspectos cualitativos que contempla la metodología MFA y los factores numéricos que se le asigna según cada caso.

Collection containers

Leakage potential	Description	Leakage factor
Very high	Most of the waste is openly stored outside without any dedicated container (e.g. temporary disposal sites). Frequency of collection is very low compared to what is required. Service is very often delayed beyond the minimum frequency. Most waste is disposed of loose.	5
High	Containers are available in most but not all districts but they are open to the environment (no lids / gaps in side), shows high levels of damage, and/or are readily accessible by animals. The capacity of the bins may be insufficient for the quantity of waste or difficult to access therefore dumping waste around the collection container is typical. Frequency of collection is low compared to what is required. Service is often delayed beyond the minimum frequency. Small amounts of waste are disposed of in bags.	2,5
Medium	Containers are available in most but not all districts. The storage containers are open to the environment (no lids / gaps in side), show low levels of damage, and are not easily accessible by animals. The capacity of the bins is generally sufficient for the quantity of waste but some dumping of waste around the collection container may occur. Frequency of collection is slightly below what is required. Service is occasionally delayed beyond the minimum frequency. Waste is occasionally disposed of in bags.	1
Low	Containers are available in all districts but are typically open to the environment (no lids / gaps in side), show low levels of damage, and are not easily accessible by animals. The capacity of the bins is generally sufficient for the quantity of waste but some dumping of waste around the collection container may occur in small quantities. Frequency of collection is adequate for what is required. Service is very occasionally delayed beyond the minimum frequency. Waste is commonly disposed of in bags.	0,6
Very low	Containers are available in all districts with them closed to the environment (lids and fully enclosed sides), show low levels of damage, and are not easily accessible by animals. The capacity of the bins is sufficient for the quantity of waste with little to no waste dumped around the collection container. Alternatively, waste is kept indoors prior to formal collection. Frequency of collection is adequate what is required. Service is rarely beyond the minimum frequency. Waste is predominately disposed of in bags.	0,1

Loading method

Leakage potential	Description	Leakage factor
High	Most of the waste must be manually loaded to vehicles with shovels / wheelbarrows / heavy machinery. Waste is transferred to the collection vehicle from a fixed collection container / location.	1
Medium	Most of the waste must be manually loaded to vehicles however the storage containers are generally portable and are transported to the waste collection vehicle with the waste still inside.	0,5
Low	Most of the waste is loaded using automatic systems. The storage containers are portable and are transported to the waste collection vehicle with waste still inside.	0

Primary transportation

Leakage potential	Description	Leakage factor
High	The majority of primary transportation vehicles have a small capacity (<5m ³) and typically run over capacity. The vehicles container is open to the environment (no cover / gaps in side) allowing waste to easily escape. The vehicle is powered by low-tech options such as human / animal power, or small engines (i.e. motorbikes). Sorting may occur within the transportation vehicle.	0,8
Medium	The majority of primary transportation vehicle have a mid to large capacity (>5m ³) but may occasionally run over capacity. The vehicles container is typically open to the environment (no cover / gaps in side) allowing waste to easily escape. Sorting may occur within the transportation vehicle.	0,5
Low	All primary transportation vehicles are closed to the environment (i.e. covered), stays within its capacity limit and may contain advanced features such as compaction mechanisms.	0
N/A*	There is no distinction between primary and secondary collection (i.e. collected waste is immediately transferred to disposal)	0

Multiple handing

Leakage potential	Description	Leakage factor
-------------------	-------------	----------------

High	Collected waste is transferred between multiple vehicles / people with low frequency between transfers (i.e. long wait times). There is no dedicated facility for the transfer of waste with this generally occurring on the side of streets. Waste containment during transfer is poor, typically being loaded onto the ground prior to loading the secondary transportation vehicle. Poor / non-existent site management.	4
Medium	Collected waste is transferred between multiple vehicles / people with a typically short frequency between transfers. There are dedicated facilities for the transfer of waste although waste containment during transfer is poor, typically being loaded onto the ground prior to loading the secondary transportation vehicle. Site management is generally adequate.	1
Low	Collected waste is adequately transferred between multiple vehicles / people. There are dedicated facilities for the transfer of waste with high levels of waste containment. Waste is transferred either directly into secondary transportation vehicles, or stored in designated compartments. Site management is good.	0
N/A*	There is no distinction between primary and secondary collection (i.e. collected waste is immediately transferred to disposal)	0

Recyclables extraction method

Leakage potential	Description	Leakage factor
High	The informal sector is seen to cause significant release of waste into the environment during collection in most of the city. Practises such as overturning bins to get access to valuable material and discarding unwanted items during the collection (bottle tops, labels etc.) is common.	2
Medium	The informal sector is seen to cause moderate release of waste into the environment during collection. Practises such as overturning bins to get access to valuable material and discarding unwanted items during the collection (bottle tops, labels etc.) occurs occasionally.	0,8
Low	Most of the plastic materials are separately collected from the source. The informal sector is seen to cause little to no release of waste into the environment during collection. Practises such as overturning bins to get access to valuable material and discarding unwanted items during the collection (bottle tops, labels etc.) are rare.	0,1

Transportation method

Leakage potential	Description	Leakage factor
High	The plastic waste transported is predominantly poorly contained (not in bags). Most vehicles run over capacity	0,5
Medium	The plastic waste transported is occasionally poorly contained. Over capacity of vehicles leading to leakages during transportation is intermittent.	0,1
Low	Most vehicles used to transport plastic waste are closed to the environment (i.e. cover). Most vehicles stay within their capacity limit	0

Disposal of rejects

Leakage potential	Description.	Leakage factor
Very high	None of the sorting facilities dispose of sorting rejects in the formal collection system. There is a complete absence of formal services. Frequent dumping or open burning of rejects is widespread.	100
High	A minority of sorting facilities dispose of the sorting rejects to the formal collection system. There are occasional formal containers or drop-off points in the area. Dumping or open burning of rejects is known to occur frequently.	75
Medium	A significant amount of the sorting rejects are returned to the formal system, however some dumping or open burning of rejects is known to occur in areas.	40
Low	Most of the sorting rejects are returned to the formal system, containers or depots in the vicinity are regularly serviced and the area is linked to a formal system. Most dumping or open burning of waste is not believed to have originated from the sorting activities.	5
None	All of the sorting rejects are returned to the formal system, containers or depots in the vicinity are regularly serviced and the area is linked to a formal system. Any dumping or open burning of waste is not believed to have originated from the sorting activities.	0

Disposal of rejects

Leakage potential	Description.	Leakage factor
Very high	None of the sorting facilities dispose of sorting rejects in the formal collection system. There is a complete absence of formal services. Frequent dumping or open burning of rejects is widespread.	100
High	A minority of sorting facilities dispose of the sorting rejects to the formal collection system. There are occasional formal containers or drop-off points in the area. Dumping or open burning of rejects is known to occur frequently.	75
Medium	A significant amount of the sorting rejects are returned to the formal system, however some dumping or open burning of rejects is known to occur in areas.	40
Low	Most of the sorting rejects are returned to the formal system, containers or depots in the vicinity are regularly serviced and the area is linked to a formal system. Most dumping or open burning of waste is not believed to have originated from the sorting activities.	5
None	All of the sorting rejects are returned to the formal system, containers or depots in the vicinity are regularly serviced and the area is linked to a formal system. Any dumping or open burning of waste is not believed to have originated from the sorting activities.	0

Capacity vs load

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
High	The load in most of the collection vehicles exceeds the capacity.	0,5
Medium	Around half of the trucks' load exceeds the capacity.	0,3
Low	The load in most of the collection vehicles does not exceed the capacity.	0,1

Waste containment

Leakage Potential	Description	Leakage Factor

High	Most of the generators in the city do not dispose of their waste contained in bags. Loaders practice cherry picking during transport for which they open most of the bags.	1
Medium	Around half of the generators in the city dispose of their waste contained in bags and the other half uncontained. Loaders practice some cherry picking during transport for which they open some of the bags.	0,5
Low	Most of the generators in the city dispose of their waste contained in bags and these are not opened during transport.	0,1

Vehicle Cover

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very high	Most of the collection vehicles in the city are uncovered vehicles	1
High	The number of collection vehicles are fairly split between uncovered and fully enclosed.	0,5
Medium	Most of the collection vehicles in the city are fully enclosed.	0,1
Low	All of the collection vehicles in the city are fully enclosed (e.g. compactor trucks)	0

Environmental hazards

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very High	Site is located in an area prone to regular flooding or landslides affecting the majority of the site.	80
High	Site is located in an area prone to occasional flooding or landslides affecting large parts of the site.	40
Medium	Site is located in an area where regular flooding or landslides affect small parts of the site.	10
Low	Site is located in an area where regular flooding or landslides affect very few parts of the site.	2
None	Site is located in an area which does not regularly have environmental hazards such as flooding or landslides	0

Exposure to weather

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
High	Site is regularly exposed to heavy and persistent winds or surface runoff.	1
Medium	Site is sometimes exposed to heavy and persistent winds or surface runoff.	0,5
Low	Site is rarely exposed to heavy and persistent winds or surface runoff.	0,1

Waste handling

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very High	No designated discharge zones. Waste pickers active on all the site. No compaction or management of waste. Waste is piled above ground with full exposure to wind, rain and surface runoff.	1
High	Waste is generally discharged in designated zones. Waste pickers active on most of the site. Compaction or management of waste typically does not occur. Waste is piled above ground with full exposure to wind, rain and surface runoff.	0,95
Medium	Waste is generally discharged in designated zones. Waste pickers active around discharge zone of the site. Compaction or management of waste is intermittent. Waste is piled above ground with full exposure to wind, rain and surface runoff.	0,75
Low	Waste is discharged in designated zones. Waste pickers are not allowed on site. Compaction or management of waste occurs. Waste is in pits below ground level with minimal exposure to wind, rain and surface runoff.	0,5

Coverage

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very High	No coverage or covered less than once per month	1
High	Waste is covered typically once per month	0,8
Medium	Waste is covered typically once per week	0,4

Low	Waste is covered typically daily	0,1
------------	----------------------------------	-----

Burning

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very High	Burning of waste does not occur	1
High	Burning of waste is rare	0,9
Medium	Burning of waste is occasional	0,7
Low	Burning of waste is widespread and prevalent	0,5

Fencing

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very High	No fencing	1
High	Fence surrounds less than half of the perimeter or big sections of the fence are broken	0,8
Medium	Fence surrounds most of the perimeter but is broken in several sections	0,5
Low	Fence surrounds the entire perimeter and is maintained	0,3

Frequency of rainfalls

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very High	Rainfall and heavy storms are frequent throughout the year with all 12 months having an average precipitation of at least 60 mm. Equivalent of the tropical rainforest climate (Af) in the Köppen climate classification.	20
High	Rainfall is frequent throughout the year with heavy storms often occurring during the hotter months. There is no predictable dry summer month. Equivalent of the humid subtropical climate (Cfa), oceanic climate (Cfb),	40

	subpolar oceanic climates (Cfc) or wet continental climates (Df) in the Köppen climate classification.	
Medium	Rainfall is highly seasonal, often impacted by monsoon rains, with a dry season and wet season. Equivalent of the tropical monsoon (Am), dry-winter subtropical (Cw) or dry-winter continental climates (Dw) in the Köppen climate classification.	60
Low	Rainfall has a pronounced dry season whilst the short wet season has more limited rainfall than above categories. Equivalent of the savannah (Aw), Mediterranean (Cs) or dry-summer continental climates (Ds) in the Köppen climate classification.	80
Very low	Dry climate characterised by little precipitation. Equivalent of the arid (Bw) and semi-arid (Bs) climates in the Köppen climate classification.	100

Drain cleaning

Leakage Potential	Description	Leakage Factor
Very High	Storm drains do not have any solid waste cleaning activities. Litter traps are not used.	0
High	A small amount of drains are cleaned once per year. Litter traps are not used.	0,1
Medium	A small amount of drains are cleaned once to twice a year, with this planned to occur before periods of heavy rain (i.e. wet season if applicable). Litter traps are used on a handful of drain outlets and are well maintained.	0,3
Low	A large amount of drains are cleaned once to twice a year, with this planned to occur before periods of heavy rain (i.e. wet season if applicable). Litter traps are used on around half of the drain outlets and are well maintained.	0,5
Very low	The majority of storm drains are cleaned regularly (several times a year). Litter traps are used on the majority of drain outlets and are well maintained.	0,8

Level of open burning

Fate Potential	Description	Fate Factor
-----------------------	--------------------	--------------------

Very High	In areas without waste collection services, there is evidence that residents routinely burn their waste, with it believed to be the primary means of disposal.	0,6
High	In areas without waste collection services, there is evidence that residents routinely burn their waste, with it believed to be a major but not primary means of disposal.	0,4
Medium	In areas without waste collection services, there is evidence that residents may regularly burn their waste, but this is not believed to be the primary means of disposal.	0,25
Low	In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority of the residents may regularly burn waste, but this is not believed to be the primary means of disposal for the majority of residents.	0,1
Very low	In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority residents may have occasionally burnt waste, but this is believed to be a rare occurrence.	0,05
None	In areas without waste collection services, there is no evidence of open burning occurring.	0

Level of plastic dumped to the land

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>In areas without waste collection services, there is evidence that residents dump the vast majority of their waste to land, with it believed to be the primary means of disposal.</p> <p>OR</p> <p>In areas without waste collection services, there is evidence that residents routinely dump their waste to land AND regular street sweeping occurs in the areas without waste collection.</p>	0,9
High	<p>In areas without waste collection services, there is evidence that residents routinely dump their waste to land, with it believed to be an important means of disposal.</p> <p>OR</p> <p>In areas without waste collection services, there is evidence that residents may regularly dump their waste to land AND regular street sweeping occurs in the areas without waste collection.</p>	0,65

Medium	<p>In areas without waste collection services, there is evidence that residents may regularly dump their waste to land, but this is not believed to be the primary means of disposal.</p> <p>OR</p> <p>In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority of residents may regularly dump their waste to land AND occasional street sweeping occurs in the areas without waste collection.</p>	0,4
Low	<p>In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority of residents may regularly dump their waste to land, but this is not believed to be the primary means of disposal for the majority of residents.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the areas without waste collection that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0,2
Very low	<p>In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority of residents may occasionally dump their waste to land, but this is believed to be a rare occurrence.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the areas without waste collection that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0,1
None	<p>In areas without waste collection services, there is no evidence of waste being dumped to land.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the areas without waste collection that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0

Level of plastic dumped to drains

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>In areas without waste collection services, there is evidence that the majority of the residents routinely dump their waste to drains, with it believed to be the primary means of disposal for many residents.</p> <p>OR</p>	0,6

	In areas without waste collection services, there is evidence that many of the residents routinely dump their waste to drains, with it believed to be the primary means of disposal for a minority of residents AND regular cleaning of the drains occurs throughout the entire area.	
High	<p>In areas without waste collection services, there is evidence that many of the residents routinely dump their waste to drains, with it believed to be the primary means of disposal for a minority of residents.</p> <p>OR</p> <p>In areas without waste collection services, there is evidence that many residents may regularly dump their waste to drains, but this is not believed to be the primary means of disposal for any residents AND regular cleaning of the drains occurs in the area.</p>	0,4
Medium	<p>In areas without waste collection services, there is evidence that many residents may regularly dump their waste to drains, but this is not believed to be the primary means of disposal for any residents.</p> <p>OR</p> <p>In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority of residents may regularly dump their waste to drains AND occasional cleaning of the drains occurs in area.</p>	0,2
Low	<p>In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority of residents may regularly dump their waste to drains.</p> <p>AND</p> <p>There is no active cleaning of the drains within the vicinity that may be collecting any waste dumped to drains.</p>	0,1
Very low	<p>In areas without waste collection services, there is sporadic evidence that a minority of residents may occasionally dump their waste to drains, but this is believed to be infrequent.</p> <p>AND</p> <p>There is no active cleaning of the drains within the vicinity that may be collecting any waste dumped to drains.</p>	0,05
None	<p>In areas without waste collection services, there is no evidence of residents dumping waste to drains.</p> <p>AND</p> <p>There is no active cleaning of the drains within the vicinity that may be collecting any waste dumped to drains.</p>	0

Level of plastic dumped to waterbodies

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	In areas without waste collection services, almost all of the residents are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,5
High	In areas without waste collection services, the majority of residents are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,3
Medium	In areas without waste collection services, around half of residents are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,2
Low	In areas without waste collection services, a minority of residents are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,1
Very low	In areas without waste collection services, very few residents are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,05
None	In areas without waste collection services, there is no presence of waterbodies or access to such water systems is not possible.	0

Level of plastic on land

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	Throughout all the study area, there is evidence of large quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation). OR In the majority of the study area, there is evidence of large quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND regular street sweeping occurs in the majority areas.	1
High	In the majority of the study area, there is evidence of large quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation). OR In the majority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND regular street sweeping occurs in a minority of areas.	0,8

Medium	<p>In the majority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) although a minority of areas show evidence of large quantities.</p> <p>OR</p> <p>Throughout all the study area, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND infrequent street sweeping occurs in the majority of areas.</p>	0,6
Low	<p>Throughout all the study area, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation).</p> <p>OR</p> <p>In a minority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) but the majority of areas show little to no evidence AND infrequent street sweeping occurs in a minority of areas.</p>	0,4
Very low	<p>In a minority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) but the majority of areas show little to no evidence.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.</p>	0,2
None	<p>Throughout all the study area, there is no evidence of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND there is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.</p>	0

Level of plastic in drains

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>Throughout all the study area, there is evidence of large quantities of plastic entering storm drains.</p> <p>OR</p> <p>In the majority of the study area, there is evidence of large quantities of plastic entering storm drains AND the majority of storm drains are cleaned regularly (several times a year).</p>	0,6

High	<p>In the majority of the study area, there is evidence of large quantities of plastic entering storm drains.</p> <p>OR</p> <p>In the majority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains although a minority of areas show evidence of large quantities AND a large amount of drains are cleaned once to twice a year</p>	0,4
Medium	<p>In the majority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains although a minority of areas show evidence of large quantities.</p> <p>OR</p> <p>Throughout all the study area, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains AND a small amount of drains are cleaned once to twice a year.</p>	0,3
Low	<p>Throughout all the study area, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains.</p> <p>OR</p> <p>In a minority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains but the majority of areas show little to no evidence AND a small amount of drains are cleaned once per year.</p>	0,2
Very low	<p>In a minority of the study area, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains but the majority of areas show little to no evidence AND there is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.</p>	0,1
None	<p>Throughout all the study area, there is no evidence of plastic entering storm drains AND there is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.</p>	0

Level of open burning

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	There is evidence that the majority of sorting facilities routinely burn their sorting rejects, with it believed to be the primary means of disposal.	0,6
High	There is evidence that the majority of sorting facilities routinely burn their sorting rejects, with it believed to be a major but not primary means of disposal.	0,4

Medium	There is evidence that a majority of sorting facilities may occasionally burn their sorting rejects, but this is not believed to be the primary means of disposal.	0,25
Low	There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly burn their sorting rejects, but this is not believed to be the primary means of disposal for the majority.	0,1
Very low	There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may occasionally burn their sorting rejects, but this is believed to be a rare occurrence.	0,05
None	There is no evidence of sorting facilities openly burning their sorting rejects.	0

Level of plastic dumped to the land

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>There is evidence that sorting facilities dump the vast majority of their sorting rejects to land, with it believed to be the primary means of disposal.</p> <p>OR</p> <p>There is evidence that sorting facilities routinely dump their sorting rejects to land AND regular street sweeping occurs in the vicinity of the sorting facilities.</p>	0,9
High	<p>There is evidence that sorting facilities routinely dump their sorting rejects to land, with it believed to be an important means of disposal.</p> <p>OR</p> <p>There is evidence that sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to land AND regular street sweeping occurs in the vicinity of the sorting facilities.</p>	0,65
Medium	<p>There is evidence that sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to land, but this is not believed to be the primary means of disposal.</p> <p>OR</p> <p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their waste to land AND occasional street sweeping occurs in the vicinity of the sorting facilities.</p>	0,4
Low	There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to land, but this is not believed to be the primary means of disposal for the majority.	0,2

	<p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to land.</p>	
Very low	<p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may occasionally dump their sorting rejects to land, but this is believed to be a rare occurrence.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0,1
None	<p>There is no evidence of sorting facilities dumping their sorting rejects to land.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0

Level of plastic dumped to drains

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>There is evidence that the majority of the sorting facilities routinely dump their sorting rejects to drains, with it believed to be the primary means of disposal for many.</p> <p>OR</p> <p>There is evidence that many of the sorting facilities routinely dump their sorting rejects to drains, with it believed to be the primary means of disposal for a minority of sorting facilities AND regular cleaning of the drains occurs in the vicinity of the sorting facilities.</p>	0,6
High	<p>There is evidence that many of the sorting facilities routinely dump their sorting rejects to drains, with it believed to be the primary means of disposal for a minority of sorting facilities.</p> <p>OR</p> <p>There is evidence that many sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains, but this is not believed to be the primary means of disposal AND regular cleaning of the drains occurs in the vicinity of the sorting facilities.</p>	0,4

Medium	<p>There is evidence that many of the sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains, but this is not believed to be the primary means of disposal for any sorting facilities.</p> <p>OR</p> <p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains AND occasional cleaning of the drains occurs in vicinity of the sorting facilities.</p>	0,2
Low	<p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains AND there is no active cleaning of the drains within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to drains.</p>	0,1
Very low	<p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may occasionally dump their sorting rejects to drains, but this is believed to be infrequent AND there is no active cleaning of the drains within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to drains.</p>	0,05
None	<p>There is no evidence of sorting facilities dumping sorting rejects to drains AND there is no active cleaning of the drains within the vicinity that may be collecting any waste dumped to drains.</p>	0

Level of plastic dumped to waterbodies

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	Almost all of the sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,6
High	The majority of sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,4
Medium	Around half of sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,2
Low	A minority of sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,1
Very low	Very few sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,05
None	There are no sorting facilities in close proximity (<500 m) to water systems or access to such water systems is not possible.	0

Level of open burning

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	There is evidence that the majority of sorting facilities routinely burn their sorting rejects, with it believed to be the primary means of disposal.	0,6
High	There is evidence that the majority of sorting facilities routinely burn their sorting rejects, with it believed to be a major but not primary means of disposal.	0,4
Medium	There is evidence that a majority of sorting facilities may occasionally burn their sorting rejects, but this is not believed to be the primary means of disposal.	0,25
Low	There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly burn their sorting rejects, but this is not believed to be the primary means of disposal for the majority.	0,1
Very low	There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may occasionally burn their sorting rejects, but this is believed to be a rare occurrence.	0,05
None	There is no evidence of sorting facilities openly burning their sorting rejects.	0

Level of plastic dumped to the land

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	There is evidence that sorting facilities dump the vast majority of their sorting rejects to land, with it believed to be the primary means of disposal. OR There is evidence that sorting facilities routinely dump their sorting rejects to land AND regular street sweeping occurs in the vicinity of the sorting facilities.	0,9
High	There is evidence that sorting facilities routinely dump their sorting rejects to land, with it believed to be an important means of disposal. OR There is evidence that sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to land AND regular street sweeping occurs in the vicinity of the sorting facilities.	0,65

Medium	<p>There is evidence that sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to land, but this is not believed to be the primary means of disposal.</p> <p>OR</p> <p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their waste to land AND occasional street sweeping occurs in the vicinity of the sorting facilities.</p>	0,4
Low	<p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to land, but this is not believed to be the primary means of disposal for the majority.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0,2
Very low	<p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may occasionally dump their sorting rejects to land, but this is believed to be a rare occurrence.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0,1
None	<p>There is no evidence of sorting facilities dumping their sorting rejects to land.</p> <p>AND</p> <p>There is no active street sweeping within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to land.</p>	0

Level of plastic dumped to drains

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>There is evidence that the majority of the sorting facilities routinely dump their sorting rejects to drains, with it believed to be the primary means of disposal for many.</p> <p>OR</p> <p>There is evidence that many of the sorting facilities routinely dump their sorting rejects to drains, with it believed to be the primary means of disposal</p>	0,6

	for a minority of sorting facilities AND regular cleaning of the drains occurs in the vicinity of the sorting facilities.	
High	<p>There is evidence that many of the sorting facilities routinely dump their sorting rejects to drains, with it believed to be the primary means of disposal for a minority of sorting facilities.</p> <p>OR</p> <p>There is evidence that many sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains, but this is not believed to be the primary means of disposal AND regular cleaning of the drains occurs in the vicinity of the sorting facilities.</p>	0,4
Medium	<p>There is evidence that many of the sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains, but this is not believed to be the primary means of disposal for any sorting facilities.</p> <p>OR</p> <p>There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains AND occasional cleaning of the drains occurs in vicinity of the sorting facilities.</p>	0,2
Low	There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may regularly dump their sorting rejects to drains AND there is no active cleaning of the drains within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to drains.	0,1
Very low	There is sporadic evidence that a minority of sorting facilities may occasionally dump their sorting rejects to drains, but this is believed to be infrequent AND there is no active cleaning of the drains within the vicinity of the sorting facilities that may be collecting any waste dumped to drains.	0,05
None	There is no evidence of sorting facilities dumping sorting rejects to drains AND there is no active cleaning of the drains within the vicinity that may be collecting any waste dumped to drains.	0

Level of plastic dumped to waterbodies

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	Almost all of the sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,6
High	The majority of sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,4

Medium	Around half of sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,2
Low	A minority of sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,1
Very low	Very few sorting facilities are in close proximity (<500 m) to water systems of which they have access.	0,05
None	There are no sorting facilities in close proximity (<500 m) to water systems or access to such water systems is not possible.	0

Level of plastic on land

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of large quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation).</p> <p>OR</p> <p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of large quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND regular street sweeping occurs.</p>	1
High	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of large quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation).</p> <p>OR</p> <p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND occasional street sweeping occurs.</p>	0,8
Medium	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) although some areas show evidence of large quantities.</p> <p>OR</p> <p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND infrequent street sweeping occurs.</p>	0,6
Low	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation).</p> <p>OR</p>	0,4

	In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) but the majority of area show little to no evidence AND very infrequent street sweeping occurs.	
Very low	In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) but the majority of areas show little to no evidence AND there is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.	0,2
None	In the vicinity of the point sources, there is no evidence of plastic remaining on land (including that caught in vegetation) AND there is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.	0

Level of plastic in drains

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of large quantities of plastic entering storm drains.</p> <p>OR</p> <p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of large quantities of plastic entering storm drains AND the majority of storm drains are cleaned regularly (several times a year).</p>	0,6
High	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of large quantities of plastic entering storm drains.</p> <p>OR</p> <p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains although a minority of areas show evidence of large quantities AND a large amount of drains are cleaned once to twice a year</p>	0,4
Medium	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains although a minority of areas show evidence of large quantities.</p> <p>OR</p> <p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains AND a small amount of drains are cleaned once to twice a year.</p>	0,3

Low	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains.</p> <p>OR</p> <p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains but the majority of areas show little to no evidence AND a small amount of drains are cleaned once per year.</p>	0,2
Very low	<p>In the vicinity of the point sources, there is evidence of small quantities of plastic entering storm drains but the majority of areas show little to no evidence AND there is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.</p>	0,1
None	<p>In the vicinity of the point sources, there is no evidence of plastic entering storm drains AND there is no active street sweeping that may be collecting any waste leaked to land.</p>	0

Proximity of waterbodies

Fate Potential	Description	Fate Factor
Very High	Almost all of the point sources are in close proximity (<1 km) to water systems. Vegetation on the banks of the water systems is very sparse.	0,8
High	The majority of the point sources are in close proximity (<1 km) to water systems. Vegetation on the banks of the water systems is sparse.	0,5
Medium	The majority of the point sources are in close proximity (<1 km) to water systems. Vegetation on the banks of the water systems is dense.	0,3
Low	The majority of the point sources are not in close proximity (>1 km) to water systems. Vegetation on the banks of the water systems is sparse.	0,1
Very low	The majority of the point sources are not in close proximity (>1 km) to water systems. Vegetation on the banks of the water systems is dense.	0,05
None	All of the point sources are not in close proximity (>1 km) to water systems. Vegetation on the banks of the water systems is very dense.	0

Anexo 3: Índice de limpieza de playa

El CCI es una herramienta de medición derivada del Programa “Costa Limpia” y tiene como objetivo dar cuenta para residuos de plástico y espuma de poliestireno como indicador de la limpieza del ecosistema (ALKALAY et al., 2007).

Según la metodología, el plástico valorado por el índice comprende cualquier residuo artificial elaborado, o parcialmente hechos, de plástico como hilos de pescar de nailon, restos de poliestireno y bolsas de plástico entre otros que se indican en la Metodología de muestreo de residuos sólidos en playa (<https://www.cegesti.org/manuales/HerramientaGuiaMuestreo.xlsx>). El cálculo del índice se realiza según la siguiente fórmula:

$$CCI = (\text{Total artículos recolectados en el transecto (plásticos y estereofón)} / \text{área de muestreo m}^2) \times K$$

K = 20, coeficiente definido por convención estadística y para facilitar la interpretación de los valores.

El índice se clasifica según la siguiente clasificación:

Índice de Limpieza	Muy limpio	Limpio	Moderado	Sucio	Extremadamente sucio
	No se observan residuos en el transecto.	No se observan residuos en la mayoría del transecto.	Se observan algunos residuos en el transecto.	Demasiados residuos observados en el transecto.	Residuos cubren todo el transecto.
Índice numérico	0 - 2	2 - 5	5 - 10	10 - 20	20