



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TEMA:

**Diseño del sistema de recuperación de basura flotante para ríos que
contaminan la Isla Puná.**

AUTOR:

Naranjo Vélez, Diego Eduardo

**Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO CIVIL**

TUTOR:

Ing. Colón Gilberto Martínez Rehpani, M.Sc

Guayaquil, Ecuador

20 de septiembre del 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Titulación fue realizado, en su totalidad, por **Naranjo Vélez, Diego Eduardo** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTOR

f. _____

Ing. Colón Gilberto Martínez Rehpani, M.Sc

DIRECTORA DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Stefany Esther Alcívar Bastidas, M. Sc.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Naranjo Vélez, Diego Eduardo

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Diseño del sistema de recuperación de basura flotante para ríos que contaminan la Isla Puná**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme con las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías, consecuentemente, este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, la veracidad y el alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR

f. _____
Naranjo Vélez, Diego Eduardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

AUTORIZACIÓN

Yo, Naranjo Vélez, Diego Eduardo

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil la **publicación**, en la biblioteca de la institución, del Trabajo de Titulación, **Diseño del sistema de recuperación de basura flotante para ríos que contaminan la Isla Puná**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 20 días del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR:

f. _____
Naranjo Vélez, Diego Eduardo

REPORTE URKUND



Document Information

Analyzed document	Tesis. Naranjo Vélez, Diego 08Se22.doc (D144245412)
Submitted	2022-09-17 00:25:00
Submitted by	
Submitter email	clara.glas@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	clara.glas.ucsg@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / 2. PERFIL PROY. INVEST. Carbo K_ Lozano A. Ingeniería. 20Jn21.docx Document 2. PERFIL PROY. INVEST. Carbo K_ Lozano A. Ingeniería. 20Jn21.docx (D109923041) Submitted by: tanya.donoso@cu.ucsg.edu.ec Receiver: tanya.donoso.ucsg@analysis.urkund.com	 4
SA	TESIS MELANY OLAYA.pdf Document TESIS MELANY OLAYA.pdf (D80150819)	 4
W	URL: http://losdelfinesdelaislapuna.blogspot.com/2013/12/informacion-goografica.html Fetched: 2021-07-28 02:25:24	 1
SA	1472705566_561__proyecto%252Bfinal%252Bcontaminacion.docx Document 1472705566_561__proyecto%252Bfinal%252Bcontaminacion.docx (D21568596)	 2
SA	Proyecto de Titulación MARLON VERGARA.pdf Document Proyecto de Titulación MARLON VERGARA.pdf (D111616240)	 2

Agradecimiento

Debo agradecer a mis padres, quienes me han apoyado toda mi vida para cumplir la meta de ser un profesional graduado de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil y han hecho todo lo posible por formarme como una persona de bien con buenos valores, siempre guiándome en un camino que me ha ayudado a no perder el rumbo ni la ambición para cumplir mis metas.

A la Facultad de Ingeniería Civil, por ayudarme a mejorar mis conocimientos a través de excelentes profesores, los que han sabido formarnos no solo como buenos profesionales, sino como buenas personas.

A todos mis amigos y compañeros que he tenido a lo largo de la carrera universitaria, con los que me he apoyado estudiando y compartiendo apuntes para lograr pasar las diversas materias de la carrera. A mis mascotas, Bony, Frida, Dimax, Leo, Tommy y Loki, quienes han sido demasiado importantes para mí y me han acompañado en mi cuarto mientras realizaba tareas o estudiaba para exámenes y lecciones.

A mi tutor de tesis, el ingeniero Gilberto Martínez, quien ha sido mi guía a través de este extenso trabajo investigativo; sin él, nada de esto fuera posible.

Diego Eduardo Naranjo Vélez

Dedicatoria

Quiero dedicar este Trabajo de Titulación a Dios, pues me ha dado la fuerza y la salud para poder completar mis estudios universitarios. A mi padre, Fernando Naranjo, y a mi madre, Martha Vélez, quienes han sido mis pilares para formarme y criarme de la mejor manera posible, quienes me han alentado toda la vida para dar siempre lo mejor de mí, y han estado en buenos y malos momentos; sin ellos, no hubiera logrado esta meta.

Quiero dedicar este trabajo a todos mis amigos que me han acompañado a lo largo de la carrera, quienes me han apoyado de muchas formas, les estaré agradecido toda la vida.

Diego Eduardo Naranjo Vélez



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Federico Von Buchwald, PHD.

DECANO

f. _____

Ing. Clara Glas Cevallos, M.Sc.

DOCENTE

f. _____

Ing. Alexandra Camacho Monar, PhD.

OPONENTE

ÍNDICE

Agradecimiento	VI
Dedicatoria.....	VII
Resumen.....	XV
Abstract.....	XVI
Capítulo I. Introducción.....	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	3
1.3 Zonas Afectadas	4
1.4 Zona de Estudio.....	5
1.5 Justificación del Problema	5
1.6 Objetivos	7
1.6.1 Objetivo General.....	7
1.6.2 Objetivos Específicos.....	7
2 Capítulo II. Marco Teórico	8
2.1 Marco Legal	8
2.1.1 Constitución del Ecuador.....	8
2.1.2 Ley Orgánica de Educación Superior	10
2.1.3 Estatuto de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil	11
2.1.4 Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025.....	12
2.2 Problemática Ambiental en la Isla Puná	13
2.3 Cuenca Baja del Guayas.....	15
2.4 Estructuración de la Cuenca Baja del Guayas.....	18
2.4.1 Río Daule	18
2.4.2 Río Vinces.....	19
2.4.3 Río Macul.....	20
2.4.4 Río Babahoyo.....	20

2.4.5	Río Yaguachi	21
2.4.6	Basura en la Cuenca Baja del Guayas.....	21
2.5	El Golfo de Guayaquil.....	24
2.5.1	Ría Guayas	27
2.5.2	Estero Salado	29
2.6	Problemática Ambiental en el Estero Salado	30
2.7	Crecimiento de los Asentamientos Irregulares en Guayaquil	32
2.8	Limpieza del Estero Salado.....	34
2.9	Plástico	37
2.10	Tipos de plástico.....	37
2.10.1	Tereftalato de Polietileno (PET).....	38
2.10.2	Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	38
2.10.3	Policloruro de Vinilo (PVC).....	39
2.10.4	Polietileno de Baja Densidad (LDPE)	39
2.10.5	Polipropileno (PP).....	39
2.10.6	Poliestireno (PS)	40
2.10.7	Otros.....	40
2.11	Uso y Desecho de Plásticos en Ecuador.....	40
2.12	Productos Hechos con Material Plástico Reciclado	41
2.12.1	Gafas de Sol	42
2.12.2	Zapatos.....	42
2.12.3	Materiales de Construcción.....	43
2.13	Microplásticos	44
3	Capítulo III. Desarrollo Metodológico.....	46
3.1	Metodología de la Investigación	46
3.1.1	Investigación Documental	46
3.1.2	Método Cualitativo	46
3.1.3	Investigación Explicativa.....	47
3.1.4	Método Inductivo – Deductivo.....	47

3.2	Sistemas de Recuperación de Basura Flotante.....	47
3.3	Tipos de Sistemas de Recolección de Basura Flotante	48
3.3.1	Embarcaciones Recolectoras de Basura Flotante	48
3.3.2	Redes de Captación de Basura Flotante.....	49
3.4	Sistemas de Recolección de Basura Flotante Alrededor del Mundo	50
3.4.1	Océano Pacífico	50
3.4.2	Panamá.....	51
3.4.3	República Dominicana, Vietnam y Malasia	55
4	Capítulo IV. Propuesta de Sistema de Recuperación de Basura Flotante para los Ríos que Contaminan la Isla Puná.....	58
4.1	Propuesta	58
4.2	Cooperativa	59
4.2.1	Terreno.....	60
4.2.2	Área Techada	61
4.2.3	Energía Solar.....	62
4.3	Plataforma	64
4.4	Barrera Flotante.....	66
4.4.1	Anclajes.....	68
4.4.2	Funcionamiento de Barrera.....	69
4.5	Viabilidad de la Propuesta.....	72
5	Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones.....	79
6	Referencias	80

Índice de figuras

Figura 1	Corrientes oceánicas que arrastran desechos flotantes hasta la isla Puná	4
Figura 2	Comunas afectadas por la llegada de basura a sus playas	5
Figura 3	Canal contaminado en la ciudad de Guayaquil	6
Figura 4	Contaminación de la quebrada Rumihurco al norte de Quito	6
Figura 5	Basura flotante en las playas de la isla Puná	14
Figura 6	Mapa de la división hidrográfica de la Cuenca Baja del Guayas	16
Figura 7	Área de provincias dentro de la Cuenca Baja del Guayas.....	16
Figura 8	Niveles de pobreza en provincias que conforman la Cuenca Baja del Guayas	17
Figura 9	Subcuencas y microcuencas encontradas en la Cuenca Baja del Guayas	18
Figura 10	Población de ciudades por donde cruza el río Daule.....	19
Figura 11	Población de ciudades por donde cruza el río Vinces	20
Figura 12	Población de ciudades por donde cruza el río Babahoyo.....	21
Figura 13	Basura plástica en el Golfo de Guayaquil	22
Figura 14	Ciudades con mayor producción de residuos per cápita	23
Figura 15	Cantones con mayor producción semanal de residuos en la Cuenca Baja del Guayas.....	23
Figura 16	Ubicación del Golfo de Guayaquil.....	24
Figura 17	Estuario interior del Golfo de Guayaquil	25
Figura 18	Mapa general del Golfo de Guayaquil	26
Figura 19	Cartografía de la ría Guayas.....	28
Figura 20	Ubicación del Estero Salado.....	29
Figura 21	Contaminación del Estero Salado año 2018.....	30
Figura 22	Crecimiento poblacional en la ciudad de Guayaquil.....	32
Figura 23	Asentamientos irregulares en el Estero Salado	33
Figura 24	Porcentaje de hogares por tipo de servicio.....	34
Figura 25	Limpieza del Estero Salado realizada por el M.I. Municipio de Guayaquil, con embarcación tipo skimmer	35
Figura 26	Recolección manual en riberas del Estero Salado realizada por el M.I. Municipio de Guayaquil.....	36

Figura 27 Trituración y almacenamiento de basura en contenedor, realizada por el M.I. Municipio de Guayaquil.....	37
Figura 28 Tipos de plástico según su clasificación numérica.....	38
Figura 29 Gafas de sol Norton Point	42
Figura 30 Zapatos confeccionados por Adidas, hechos de material reciclado	42
Figura 31 Bloque ecológico hecho con plástico tipo PET	44
Figura 32 Varios tipos de microplásticos	45
Figura 33 Embarcaciones tipo skimmer para recolección de material flotante	49
Figura 34 Barrera de basura flotante en el Océano Pacífico.....	50
Figura 35 Barrera "System 01" en el Océano Pacífico	51
Figura 36 Sistema de flotación Tuffboom con cadena de acero grado 50.....	52
Figura 37 Barrera contra basura flotante en un río de Panamá.....	53
Figura 38 Caracterización de residuos sólidos flotantes captados en el BOB	54
Figura 39 Interceptor en el río Ozama, República Dominicana	55
Figura 40 Funcionamiento del sistema Interceptor.....	56
Figura 41 Río Yaguachi.....	58
Figura 42 Ubicación del río Yaguachi.....	59
Figura 43 Propuesta esquemática del sistema de recolección de basura flotante	60
Figura 44 Vivienda y zona de almacenamiento en terreno.....	61
Figura 45 Vivienda esquemática utilizada para la Cooperativa	62
Figura 46 Panel solar de 125x125 mm	63
Figura 47 Batería solar de vida útil prolongada.....	63
Figura 48 Sistema de iluminación encima de barrera flotante.....	64
Figura 49 Vista en corte esquemática de la plataforma propuesta	65
Figura 50 Vista superior esquemática de la plataforma propuesta	65
Figura 51 Ubicación de la Cooperativa	66
Figura 52 Inclinación y esquema de barrera en Cooperativa.....	66
Figura 53 Ejemplo de barrera construida con botellas y nylon	67
Figura 54 Dibujo esquemático de barreras contra la basura flotante.....	67
Figura 55 Anclajes en barrera flotante.....	68
Figura 56 Propuesta esquemática de anclaje fijo.....	69

Figura 57 Segunda etapa del funcionamiento de la barrera flotante.....	70
Figura 58 Paso de embarcación mediante el desanclaje de barrera flotante.....	71
Figura 59 Tercera etapa del funcionamiento de la barrera	72
Figura 60 Afluentes del río Yaguachi (Celeste): Río Milagro (Verde) y Río Chimbo	73
Figura 61 Cantones y recintos en afluentes del río Yaguachi.....	74
Figura 62 Viabilidad con base en la población y producción de desechos per cápita en río Yaguachi y sus afluentes.....	74
Figura 63 Implantación de barreras a lo largo de la Cuenca Baja del Guayas. Líneas rojas y verdes representan ubicación estimada de barreras	75
Figura 64 Código con colores de división del sistema hídrico por ríos y sus afluentes en la Cuenca Baja del Guayas.....	76
Figura 65 Número de barreras propuestas en la zona norte de la Cuenca Baja del Guayas	76
Figura 66 Implantación de barreras flotantes en sistema hídrico de Guayas, Azuay y El Oro.....	77
Figura 67 Número de barreras en la zona sur de la Cuenca Baja del Guayas	78
Figura 68 Alcance del sistema de recuperación de basura flotante para los ríos que contaminan la isla de Puná.....	78

Resumen

La contaminación producida por el desecho de plástico a los sistemas hídricos se ha convertido en una problemática común en países alrededor del mundo, lo que ha impulsado proyectos que promueven, a través de sistemas de recuperación de basura flotante, la reducción del impacto ambiental producido por estos materiales que tienen un tiempo de degradación de 100 años y producen riesgos para la salud del ser humano, esto al descomponerse en microplásticos. Por ello, se realiza una propuesta de un sistema de recuperación de basura flotante para los ríos que contaminan la isla Puná, mediante el funcionamiento de una Cooperativa que trabaja con los conceptos de la economía circular, la que es escalable para los diversos ríos que se encuentran en la Cuenca Baja del Guayas, donde viven alrededor de 5.6 millones de habitantes que producen una cantidad aproximada de 6 000 000 de kg de basura diaria. La basura flotante es arrastrada por el flujo de los ríos que componen la Cuenca Baja del Guayas, esta se acumula y atraviesa varios cantones y recintos hasta llegar a la ría Guayas, donde es expulsada y llevada mediante el Golfo de Guayaquil hacia la isla Puná.

Palabras clave: cooperativa, economía circular, basura flotante, microplásticos, sistemas hídricos.

Abstract

The pollution produced by the waste of plastic in water systems has become a frequent problem in countries around the world, this problem has promoted projects that promote, through floating garbage recovery systems, the reduction of the environmental impact produced by these materials. that have a degradation time of one hundred years and produce risks to human health by breaking down into microplastics. Based on this, a proposal will be made for a floating garbage recovery system for the rivers that pollute the Puná island, through the operation of a cooperative that will work using the concepts of the circular economy, which will be scalable for the various rivers that are found in the lower Guayas basin where around 5.6 million inhabitants live, producing an approximate amount of 6 million kilograms of garbage daily. The floating garbage ends up dragged by the flow of the rivers that make up the lower Guayas basin, which accumulates and crosses several cantons and enclosures until it reaches the Guayas River where it is carried through the Gulf of Guayaquil to the Puná island.

Keywords: Cooperative, circular economy, floating garbage, microplastics, water systems.

Capítulo I. Introducción

Los desechos plásticos se acumulan en los ecosistemas acuáticos, de forma directa e indirecta, por diferentes tipos de fuentes, así, las fuentes terrestres y oceánicas son fuentes críticas de contaminación plástica en los ecosistemas costeros y marinos a través de vías *in situ* y *ex situ*. Las principales fuentes de contaminación por plásticos terrestres son las entradas de agua dulce, las actividades residenciales y domésticas, el turismo y otras acciones económicas, incluidas las operaciones portuarias.

Más del 75 % de los artículos de basura plástica marina provienen de fuentes terrestres (Andrady, 2011), así, la zona costera es un área altamente residencial, urbanizada e industrializada. Por lo tanto, la mayoría de las comunidades locales se concentran en las zonas costeras, en consecuencia, las actividades residenciales e industrializadas están concentradas en esta zona de transición.

El plástico es un polímero orgánico sintético elaborado a partir del petróleo, con propiedades ideales para una amplia variedad de aplicaciones, entre las que se incluyen el embalaje, la edificación y la construcción, los equipos domésticos y deportivos, los vehículos, la electrónica y la agricultura. Anualmente, se producen más de 300 000 000 de toneladas de plástico, la mitad de las que se utilizan para crear artículos de un solo uso, como bolsas de la compra, vasos y pajitas; si se desechan incorrectamente, los desechos plásticos pueden afectar el medio ambiente y la biodiversidad. Las principales fuentes de desechos plásticos que se encuentran en el océano son terrestres, provenientes de la escorrentía de aguas pluviales y urbanas, desbordamientos de alcantarillado, basura, eliminación y manejo inadecuados de desechos, actividades industriales, abrasión de llantas, construcción y vertidos ilegales. La contaminación por plásticos en los océanos se origina, principalmente, en la industria pesquera, las actividades náuticas y la acuicultura.

1.1 Antecedentes

La producción de plástico se incrementa cada año, por ello, se registra una cantidad de 380 000 000 de toneladas de plástico anualmente, de estas, solo $\frac{3}{4}$ partes del volumen total se descartan como basura (Buteler, 2019). La contaminación por residuos plásticos es uno de los mayores problemas ambientales globales, así, se estima que, anualmente, se arrojan 13 000 000 de toneladas de plástico hacia el mar (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2018). El gran parche de

basura del Océano Pacífico es la acumulación de residuos plásticos más grande del mundo actualmente, esta tiene una superficie 1.6 millones de km², lo que significa que este parche de basura es tres veces más grande que la superficie de Francia. Se estima que esta masa de basura flotante contiene alrededor de 80 000 toneladas de plástico que fueron acumuladas por las corrientes oceánicas ubicadas entre Japón y los estados de Hawái y California en Estados Unidos.

Existen varias zonas de concentración de residuos plásticos alrededor del mundo, debido al continuo desecho de plásticos y la facilidad que este material posee para ser llevado por las corrientes oceánicas en distintas direcciones. Estas zonas de concentración de desechos plásticos son conocidas como islas de basura, las que son formadas por corrientes rotatorias conocidas como “giros”, estas arrastran un porcentaje de los plásticos en las costas, para luego terminar concentrándose en el centro de las corrientes rotatorias (Arroyo, 2020).

El plástico es un material que posee un tiempo de vida útil corto, en comparación con su tiempo de degradación, pues este material no es biodegradable, así, se desintegra en partes, las que, debido al tiempo, la luz ultravioleta y el viento, se hacen más pequeñas. Estas partículas reducidas son conocidas como “microplásticos”, los que representan un problema, pues pueden reducirse en partículas que son invisibles para el ojo humano.

Los microplásticos son consumidos por la fauna marina, así, se ha observado que “más de 220 especies diferentes ingieren desechos microplásticos en condiciones naturales” (ONU, 2019, párr. 1), en la que se excluyen a aves, tortugas y mamíferos; el 55 % de ellos son especies que tienen importancia comercial, tales como los mejillones, las ostras, las almejas, el camarón pardo, la cigala, las anchoas, las sardinas, los arenques del Atlántico.

Debido al consumo de estas especies, es difícil ignorar el peligro que los microplásticos presentan para la salud humana. Los aditivos químicos en el plástico pueden causar efectos tóxicos, pues estas partículas tienen la capacidad de acumular contaminantes orgánicos persistentes, lo que aumenta la preocupación de que estos se puedan transferir a animales marinos y, posteriormente, a humanos (Smith et al., 2018).

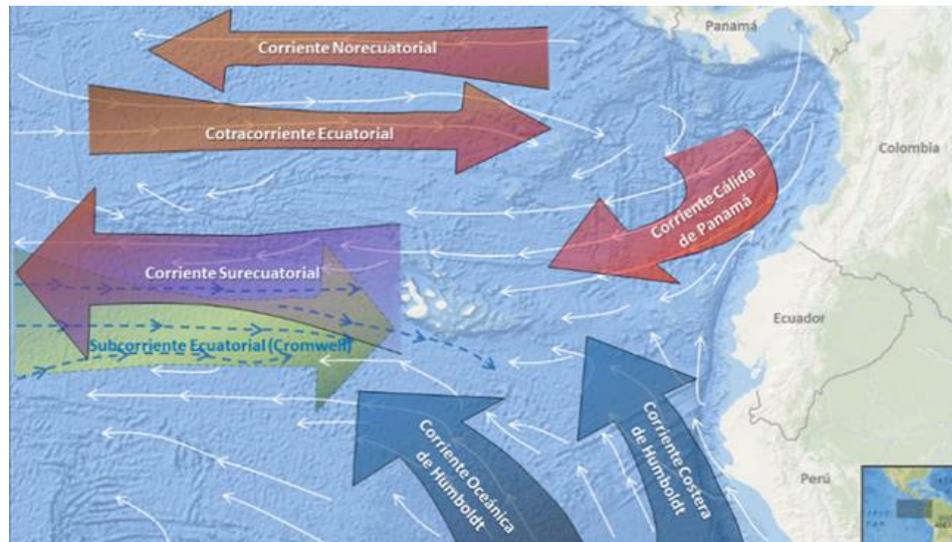
1.2 Planteamiento del Problema

La isla Puná recibe grandes cantidades de basura flotante a sus playas, debido al movimiento de las corrientes oceánicas; esta basura flotante suele ser, en su mayoría, plástica, aunque también se puede encontrar madera entre estos desechos. La basura flotante que llega a la

isla Puná es desechada no solo por Ecuador, pues también se ha encontrado envases o fundas de productos que van desde países latinoamericanos como Colombia y Perú, hasta países asiáticos como Japón.

Figura 1

Corrientes oceánicas que arrastran desechos flotantes hasta la isla Puná



Nota. Tomado de El Niño, La Niña, ENSO, ENOS, El Niño Modoki, El Niño Canónico, El Niño Extraordinario, El Niño Godzilla, El Niño Costero, El Niño Oriental ¿En qué consisten realmente y cómo afectan al Ecuador?, por Pinto, 2016

Debido a esta problemática ambiental producida por distintos factores, se busca disminuir el volumen de desechos plásticos que llegan a las comunidades de la isla Puná y ponen en peligro su flora, fauna, e incluso, la economía de sus habitantes, por la falta de turismo y la contaminación de sus playas.

1.3 Zonas Afectadas

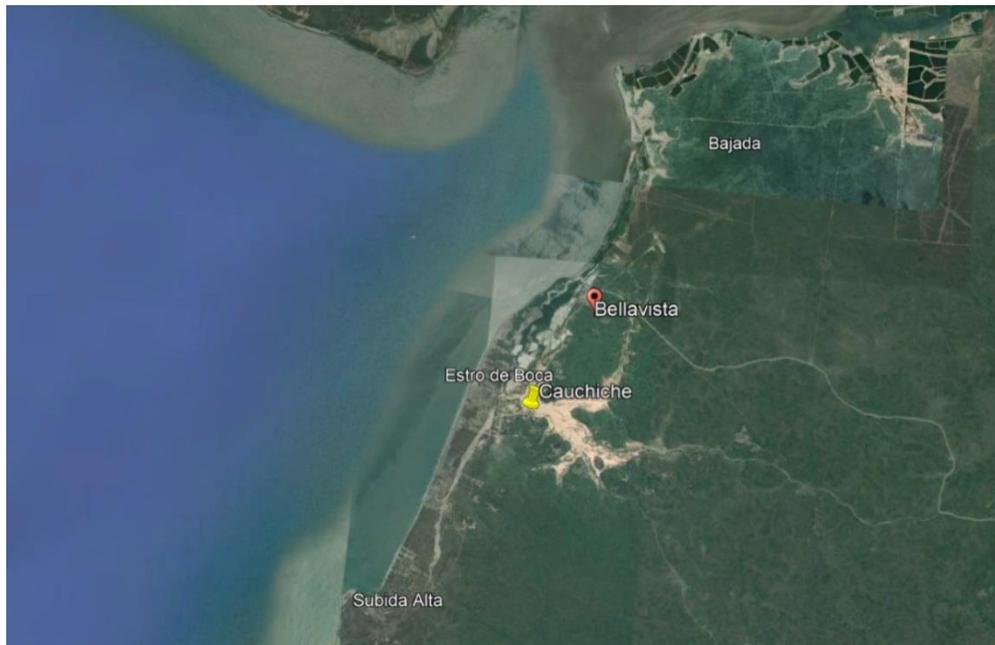
Debido a su ubicación, la isla Puná recibe basura flotante alrededor de todo su territorio, el que está dividido en 22 comunas; las comunas más afectadas por la llegada de basura a sus playas, según Diario El Universo (2019), son las siguientes.

- Subida Alta

- Cauchiche
- Bellavista
- Estero de Boca

Figura 2

Comunas afectadas por la llegada de basura a sus playas



1.4 Zona de Estudio

Se realizó una estructuración de la Cuenca Baja del Guayas, debido a que esta red hidrográfica se encarga de transportar la basura de las provincias que se encuentran dentro de la Cuenca Baja del Guayas hacia la isla Puná, llenándola de basura, lo que perjudica la flora y la fauna de la zona, asimismo, se realizó un estudio acerca de los dos cuerpos de agua que más desechos arrojan hacia la isla Puná: el Estero Salado y la ría Guayas.

1.5 Justificación del Problema

Los problemas ambientales provocados en las zonas urbanas fueron originados por la falta de control por parte de las autoridades, esto ha provocado una creciente costumbre de desechar la basura hacia los cuerpos de agua más cercanos a las zonas habitadas donde se encuentran diversos tipos de desechos por la creciente expansión industrial y urbana, la que ha ido en aumento en las

grandes ciudades desde la década de los cincuenta, por el atractivo de una mejor vida para los migrantes de escasos recursos, como ha sido en las ciudades de Guayaquil y Quito.

Figura 3

Canal contaminado en la ciudad de Guayaquil



Nota. Tomado de *Basura oceánica desespera en una playa de isla Puná*, por Diario El Universo, 2019

Figura 4

Contaminación de la quebrada Rumihurco al norte de Quito



Nota. Tomado de *La quebrada Rumihurco ahora es un botadero de basura*, por Diario El Comercio, 2022

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta de diseño de una barrera contra basuras - piloto, para uno de los cuerpos de agua de la Cuenca Baja del Guayas, que posea gran aportación de basura plástica flotante hacia el Golfo de Guayaquil, y pueda ser adaptada y replicada en otros cuerpos de agua que, actualmente, contribuyen con residuos hacia la isla Puná.

1.6.2 Objetivos Específicos

- A. Evaluar los sistemas de barreras contra basuras implantados a nivel global y localizar dos casos a nivel mundial, donde se haya implantado una barrera contra basuras en cuerpos hídricos, así como analizar la eficiencia y la viabilidad de esta solución para el caso de la Cuenca Baja del Guayas.

- B. Proponer un modelo de barrera contra basuras que se adapte a los ecosistemas de la Cuenca Baja del Guayas. Este debe incluir las principales directrices y estrategias teóricas en el diseño a nivel esquemático de un modelo de barrera contra basuras - piloto, para la Cuenca Baja de Guayas, que no interrumpa la navegación.

- C. Esbozar un sistema de operación del proceso de remoción y reciclaje de residuos que se transforme en una actividad generadora de empleo para la población del entorno e incluya actividades de sensibilización en la sociedad, esto sobre el problema de la basura en los ríos y sus impactos socio ambientales.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 Marco Legal

En este apartado, se demuestra, mediante el uso de un marco legal, las distintas obligaciones y los derechos que existen para los ciudadanos de la República de Ecuador, así, se justifica la debida investigación de este tema donde se utilizaran distintos artículos de reglamentos que están aprobados por el Gobierno y entidades en Ecuador, los que suelen ser ignorados, provocando un perjuicio al medio ambiente y las comunidades residentes.

2.1.1 Constitución del Ecuador

En la Constitución del Ecuador (2008) se remarcan ciertas obligaciones de parte del Estado, estas deben ser cumplidas para el beneficio de la sociedad ecuatoriana, pues son el derecho como ciudadanos de Ecuador, asimismo, deben ser para todos, para vivir en un país limpio ambientalmente.

Se utiliza el marco legal de la Constitución del Ecuador (2008) para demostrar algunas incongruencias debido a la falta de acción de los distintos Gobiernos y la falta de preocupación sobre las comunidades que no poseen el derecho a vivir en ambientes sanos y limpios, por ejemplo, las comunidades que viven en la isla Puná.

La Asamblea Nacional Constituyente, mediante el uso de la Constitución Nacional de la República de Ecuador, establece, con el Artículo 14, lo siguiente.

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 13)

El Artículo 14 de la Constitución demuestra que el derecho a vivir en un ambiente sano existe, lo que promueve la preservación de todo tipo de patrimonio natural, con el objetivo de mantener un país con un ecosistema y biodiversidad sostenible y autosustentable. La conservación

y la restauración de los espacios naturales es un objetivo para la sociedad ecuatoriana, así, se logra equilibrar la balanza con el daño que se genera al medio ambiente, lo que evita el decaimiento de los espacios verdes, es decir, se es ambientalmente responsables. La Constitución del Ecuador (2008) también ejerce medidas sobre el manejo ecológico que tienen los sectores públicos y privados para mitigar el daño ambiental, esto con el Artículo 15.

El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 13)

Con el Artículo 15, el Estado empieza a tomar parte de la preservación del ambiente en el país, empezando a promover la tecnología limpia que sirve para realizar las tareas necesarias del sector público y privado, con responsabilidad con el entorno natural y el buen vivir de la sociedad ecuatoriana; por otro lado, en el Artículo 72 se plantea lo siguiente.

La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 33)

Asimismo, con el Artículo 411, la Constitución de la República del Ecuador (2008) indica lo expuesto a continuación.

El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico.

Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 123)

2.1.2 Ley Orgánica de Educación Superior

La Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) tiene como función la regulación de la educación superior de los organismos e instituciones que lo integran; esta entró en vigor en el año 2019, así, se usa para demostrar la importancia del cumplimiento sobre la educación acerca del desarrollo social y la responsabilidad con el ambiente al ser estudiante.

Dentro de la LOES (2019), se tienen distintos artículos que sirven para determinar las distintas obligaciones de las entidades universitarias con los derechos de los estudiantes, entre estos, se encuentra el Artículo 3 que señala lo siguiente.

La educación superior de carácter humanista, intercultural y científica constituye un derecho de las personas y un bien público social que, de conformidad con la Constitución de la República, responderá al interés público y no estará al servicio de intereses individuales y corporativos. (Asamblea Nacional Constituyente, 2019, p. 8)

El Artículo 3 destaca la importancia de crear y mantener una comunidad humanista y científica que sirva para investigar y resolver los distintos problemas del país, este ayuda a la sociedad en búsqueda del bienestar general, así, en la Constitución de la República del Ecuador (2018), es preciso mantener la voluntad de cuidar los ecosistemas y sus especies como meta; el Artículo 8 indica lo siguiente.

La educación superior tendrá los siguientes fines:

- a) Aportar al desarrollo del pensamiento universal, al despliegue de la producción científica y a la promoción de las transferencias e innovaciones tecnológicas;
- b) Fortalecer en las y los estudiantes un espíritu reflexivo orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico;
- c) Contribuir al conocimiento, preservación y enriquecimiento de los saberes ancestrales y de la cultura nacional;
- d) Formar académicos y profesionales responsables, con conciencia ética y solidaria, capaces de contribuir al desarrollo de las instituciones de la República, a la vigencia del orden democrático, y a estimular la participación social;
- e) Aportar con el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo previsto en la Constitución y en el Plan Nacional de Desarrollo

- f) Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional;
- g) Constituir espacios para el fortalecimiento del Estado Constitucional, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico; y,
- h) Contribuir en el desarrollo local y nacional de manera permanente, a través del trabajo comunitario o extensión universitaria. (Asamblea Nacional Constituyente, 2019, pp. 9-10)

En el Artículo 8 de la LOES (2019), se exponen distintos objetivos que deben ser impulsados en el alumnado de parte de las entidades universitarias, entre estos, los incisos A, E y F, los que recalcan la importancia de formar y crear alumnos con ambición en la investigación, para que, en el futuro, puedan desarrollar y hacer cumplir las distintas obligaciones que se deben tener como profesionales, las que están marcadas en la Constitución de la República del Ecuador.

El cuidado a la naturaleza es una parte fundamental en este trabajo de tesis, lo que se encuentra justificado en la LOES (2019) con el Artículo 9 que detalla que “la educación superior es condición indispensable para la construcción del derecho del buen vivir, en el marco de la interculturalidad, del respeto a la diversidad y la convivencia armónica con la naturaleza” (Asamblea Nacional Constituyente, 2019, p. 10). Otra de las funciones del Sistema de Educación Superior, estipulado en la LOES (2019) en Artículo 13, inciso M, es “promover el respeto de los derechos de la naturaleza, la preservación de un ambiente sano y una educación y cultura ecológica” (Asamblea Nacional Constituyente, 2019, p. 11).

2.1.3 Estatuto de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil

La Universidad Católica Santiago de Guayaquil cuenta con su propio estatuto, este fue hecho por el Consejo de la universidad en el año 2019; en este estatuto, se expone la misión y la visión de la universidad en el Artículo 2 y 4.

La UCSG tiene como MISIÓN: generar, promover, difundir y preservar la ciencia, la tecnología, el arte y la cultura, formando personas competentes y profesionales socialmente responsables para el desarrollo sustentable del país, inspirados en la fe cristiana de la Iglesia Católica.

La UCSG tiene como VISIÓN: ser una Universidad Católica, emprendedora y con liderazgo académico dentro y fuera de las fronteras patrias, que incida en la construcción de una sociedad nacional e internacional, eficiente, justa y sustentable.

La UCSG está conformada por una comunidad intelectual, de carácter humanista, reflexiva, científica, democrática, intercultural, responsable social y ambientalmente; conformada por sujetos que dignifican, fortalecen y profundizan la persona humana; iguales por su condición y diversos en sus experiencias, capacidades y funciones; identificados y comprometidos en la consecución de los objetivos del proyecto de universidad y de la sociedad. (Consejo Universitario de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019, p. 2)

Asimismo, el Artículo 6, inciso A, del estatuto de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil indica lo siguiente.

La UCSG se orientará a la consecución de los siguientes fines:

A. Formar, en todos los niveles, profesionales de excelencia con sólidos valores éticos y morales, conciencia reflexiva, responsabilidad social y ambiental; autonomía y liderazgo innovador, capacidades para asumir los desafíos de la sociedad en un mundo cambiante, en el marco de la razón crítica y dialogante del pensamiento plural y complejo. (Consejo Universitario de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2019, p. 3)

2.1.4 Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025

El Plan de Creación de Oportunidades (2021) es un plan propuesto por el actual presidente de la República del Ecuador, Guillermo Lasso, este fue aprobado por el Consejo Nacional de Planificación en el año 2021. El Plan de Creación de Oportunidades fue establecido mediante la utilización de varios principios básicos para una sociedad libre: la libertad, democracia, el Estado de derecho, la igualdad de oportunidades, la solidaridad, la sostenibilidad y la prosperidad. Este plan establece las prioridades para el Gobierno de la República del Ecuador del año 2021-2025, las que son representadas con varios ejes; este trabajo de titulación se enfocó en el eje de transición ecológica, así, se citan varios enunciados acerca de la importancia de mantener una economía circular y la protección de los recursos hídricos, ambos con un papel importante dentro de la presentación del proyecto esquemático.

El Plan de Creación de Oportunidades (2021) establece que “sobre la base de la ley se determina el desarrollo sostenible, el acceso equilibrado de los recursos, el agua como un derecho humano fundamental, así como proteger el patrimonio natural y cultural de la nación” (Secretaría Nacional de Planificación del Ecuador, 2021, p. 82). Debido a este enunciado, se puede tener en cuenta la importancia que mantiene el país acerca del cuidado del agua, lo que es considerado en este trabajo mediante la utilización de un sistema de recolección de basura para la Cuenca Baja del Guayas.

La economía circular es otro de los puntos considerados al realizar la presentación de la propuesta del sistema de recolección de basura flotante, así, el Plan de Creación de Oportunidades (2021) establece lo siguiente.

Se tienen grandes desafíos como la apertura a la economía circular para los diferentes actores del país y así generar un desarrollo más resiliente. Esta nueva economía se basa en los principios del diseño para evitar los residuos y la contaminación, mantener los productos y materiales en uso, y regenerar los ecosistemas. (Secretaría Nacional de Planificación del Ecuador, 2021, p. 82)

2.2 Problemática Ambiental en la Isla Puná

La isla Puná es parte del Cantón Guayaquil y tiene un área de 919 km², esta se encuentra en la mitad del Golfo de Guayaquil frente al Estero Salado y la ría Guayas; la isla es considerada como la tercera isla más grande de Ecuador solo detrás de la isla Isabela e isla Santa Cruz en las Galápagos, asimismo, fue declarada, en el 2009, como un área protegida con una gran variedad de ecosistemas como manglares, bosques secos y playas, pese a ello, la isla Puná tiene grandes problemas por la llegada de basura flotante desde el continente y la falta de programas que prevengan la llegada de estos altos volúmenes de basura flotante a las playas; las mingas son usadas como medidas temporales para el cuidado de las playas, en las que se llega a recoger 8 500 kg de basura flotante que suele ser, en su mayoría, plástico, esto solo en tres días (Romero, 2019). La basura flotante que llega a las playas de la isla Puná afecta a un aproximado de 15 km de playa, así, se puede encontrar una gran cantidad de envases de productos que ni siquiera pueden ser encontrados en el mercado, de hecho, se encuentran envases de productos que no han sido fabricados en el Ecuador; las comunas más afectadas por este problema en la isla Puná son Bellavista, Estero de boca, Cauchiche y Subida Alta (Diario El Comercio, 2019)

Figura 5

Basura flotante en las playas de la isla Puná



Nota. Tomado de *Basura oceánica desespera en una playa de isla Puná*, por Diario El Universo, 2019

La basura flotante que ha invadido las costas de la isla Puná ha aumentado debido al dragado del Golfo de Guayaquil, así, la fundación “Ecuador salva la vida” ha estado tres años encargándose de la programación de mingas para la recolección de este material y del almacenamiento de estos plásticos, pero se ha visto un incremento abismal de la basura flotante que ha llegado a la isla; en los meses de agosto y septiembre del 2019, la basura aumentó hasta 10 veces el volumen que era recogido antes del dragado del Golfo de Guayaquil (Diario El Comercio, 2019).

El dragado del material del Golfo de Guayaquil es arrojado cerca de la isla Puná, este material suelto no solo consiste en sedimentos, sino en basura plástica que, al ser desechada en una fosa de 37 m de profundidad, sale a flote y es enviada a la isla Puná por la marea. Según el Diario El Universo (2019), las dragas llegan a la isla Puná frente a la comuna Subida Alta todos los días, para arrojar material que es sacado del Golfo de Guayaquil, igualmente, se espera que el volumen de basura flotante siga en aumento.

La llegada de basura hacia la isla Puná también representa una amenaza para los habitantes de la isla y la fauna local, así, los microplásticos han sido encontrados por el Ministerio del Ambiente gracias al consumo de estas partículas por la fauna marina y terrestre de la isla. Según el Diario El Universo (2019), algunos habitantes han manifestado la aparición constante de animales muertos como tortugas, chivos y peces, esto por la ingesta de basura plástica en la zona.

Los desechos que llegan hacia la isla Puná son llevados por la corriente oceánica y generados en el continente, debido a la gestión insuficiente de recolección de basura por parte de las comunidades costeras del Golfo de Guayaquil; esta basura no es solo generada en la ciudad, pues, en el Golfo de Guayaquil, se concentran los desechos de los ríos de la Cuenca Baja del Guayas.

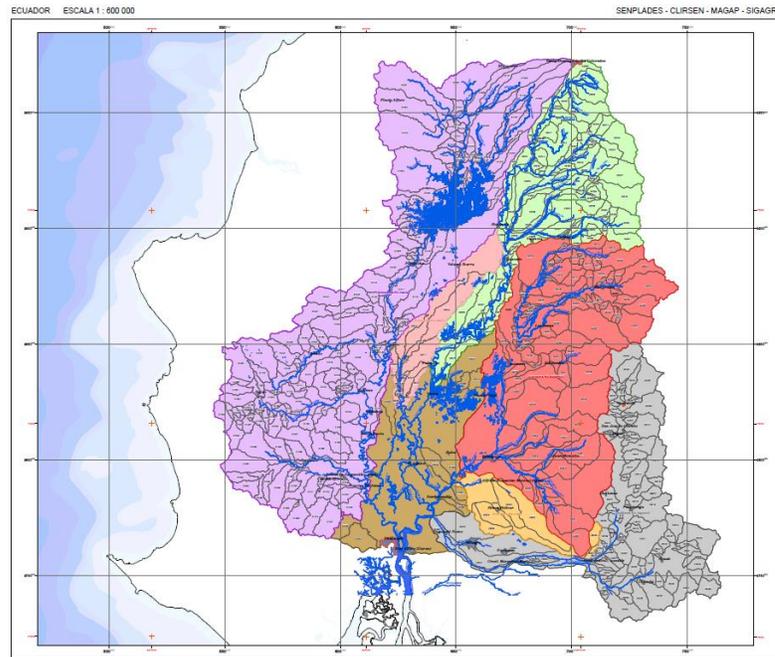
2.3 Cuenca Baja del Guayas

La Cuenca Baja del Guayas es una de las zonas más fértiles del Ecuador y está ubicada entre las provincias más importantes del país (Figura 6), estas son Manabí, Santo Domingo, Cañar, Chimborazo, Cotopaxi, Los Ríos, Bolívar y Guayas. La Cuenca Baja del Guayas posee un área de 34 500 km² equivalentes al 12,57 % del territorio nacional. Las provincias que se encuentran dentro de la Cuenca Baja del Guayas registran una población de 5 592 025 habitantes, lo que representa un 39,37 % de la población del país (Secretaría Nacional del Agua [SENAGUA], 2009).

Se encuentra en el centro occidental del Ecuador y limita en el norte con el río Esmeraldas, en el sur con los ríos Taura, Santiago, Cañar y Zapotal, y en el oeste con los ríos Jama, Chone, Portoviejo y Jipijapa (Tapia, 2012). La Cuenca Baja del Guayas sirve como un colector de agua producida por lluvias, la que recorre las provincias mencionadas para crear la ría Guayas, posee una longitud de 93 km desde la Puntilla hasta la isla Puná, para desembocar en el Océano Pacífico mediante el Golfo de Guayaquil (Instituto Oceanográfico de la Armada [INOCAR], 2010).

Figura 6

Mapa de la división hidrográfica de la Cuenca Baja del Guayas



Nota. Tomado de *Cuencas río Guayas*, por Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo et al., s.f

Figura 7

Área de provincias dentro de la Cuenca Baja del Guayas

Provincia	Área de Provincia km ²	Área de provincia dentro de la Cuenca del Río Guayas km ²
Bolívar	3.931	3.931
Chimborazo	6.491	2.367
Cotopaxi	6.015	2.444
Los Ríos	7.224	7.224
Santo Domingo de los Tsachilas	3.488	1.653
Manabí	18.889	5.594
Cañar	3.152	162
Guayas	15.822	8.351
Tungurahua	3.384	1
No delimitado	487	487
total	32.214	32.214

Nota. Tomado de *Problemática y conflictos sobre los recursos hídricos por efectos del cambio climático*, por SENAGUA, 2009

Debido a su ubicación en el centro del país y su gran actividad agrícola, forestal, ganadera, pesca, entre otros, la Cuenca Baja del Guayas se ha convertido en una zona de gran movimiento comercial que la ha ubicado como la zona con mayor producción de bienes agropecuarios a nivel nacional (Tapia, 2012), esto ha influido, directamente, en el aumento poblacional en las provincias que se encuentran dentro de esta zona, por el interés que genera a la población formar parte de este movimiento comercial y mejorar su calidad de vida.

La migración a las grandes ciudades comerciales que se encuentran dentro de la Cuenca Baja del Guayas se ha convertido en una necesidad para los migrantes de bajos recursos, quienes han tenido que migrar de sus tierras por la falta de recursos económicos y servicios básicos, esto ha generado un aumento de la pobreza en varias provincias de la Cuenca Baja del Guayas, así como lo registró el a continuación el Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2010).

Figura 8

Niveles de pobreza en provincias que conforman la Cuenca Baja del Guayas

Provincia	No. de pobres	%
Los Ríos	613.969	75,5
Manabí	1.043.879	78,6
Guayas	2.103.761	41,3
Esmeraldas	415.046	78,3
Media nacional		60,1

Nota. Tomado de *Censo de población*, por INEC, 2010

Según estudios del INOCAR (2010), la Cuenca Baja del Guayas está conformada por siete subcuencas (Figura 9) que tienen una red de drenaje que se origina en las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes y en la vertiente de la cordillera costanera Chongon-Colonche.

Figura 9

Subcuencas y microcuencas encontradas en la Cuenca Baja del Guayas

SUBCUENCAS	No. MICROCUENCAS
Río Daule	154
Río Vinces	75
Río Macul	13
Río Babahoyo	77
Río Yaguachi	87
Río Jujan	7
Drenajes Menores	10
TOTAL MICROCUENCAS	423 Microcuencas

Nota. Tomado de *Cuencas río Guayas*, por Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo et al., s.f

2.4 Estructuración de la Cuenca Baja del Guayas

2.4.1 Río Daule

El río Daule es un cuerpo de agua que pertenece a la red fluvial de la ría Guayas, esta tiene una longitud de 260 km y es la subcuenca más grande que conforma la Cuenca del Guayas, asimismo, posee un extensión territorial de 11 567,15 km². El río Daule aporta un aproximado al 40 % del caudal que se suma junto al río babahoyo para formar la ría Guayas; el río Daule recibe su agua de los ríos Macul, Puca, Paján, Colimes y Pedro Carbo. Debido a su extensión territorial, el río Daule representa alrededor del 5 % del territorio nacional y el 36 % de la Cuenca Baja del Guayas. A partir de esta expansión, se logra conocer las distintas ciudades y poblaciones (Figura 10) por las que el río cruza: Pichincha, Balzar, Colimes, Palestina, Santa Lucia, Daule, Nobol y Guayaquil.

Figura 10

Población de ciudades por donde cruza el río Daule

Cantones	Población total	Población Urbana	Provincia a la que pertenece
Balzar	53.937	28.794	Guayas
Colimes	23.423	6.191	Guayas
Daule	120.326	65.145	Guayas
El Empalme	74.451	35.686	Guayas
Nobol	19.600	8.139	Guayas
Palestina	16.065	8.480	Guayas
Pichincha	30.224	3.834	Manabí
Santa Lucía	38.923	8.810	Guayas
Total	376.949	162.292	

Nota. Tomado de *Censo de población*, por INEC, 2010

2.4.2 Río Vinces

La cuenca del río Vinces se ubica desde el noreste hasta el centro de la Cuenca del Guayas, abarca más de 26 800 hectáreas y recorre 267,96 km a lo largo de su eje principal de agua, en dirección norte-sur, el río forma una parte importante de la cuenca de la ría Guayas. Abarca el 57 % de la superficie de la provincia de Los Ríos, afamado territorio agrícola de la costa ecuatoriana con presencia de cultivos tropicales y subtropicales de exportación, como abacá, arroz, banano, café, caña, maíz, aceite de palma, entre otros.

La cuenca del río Vinces se extiende desde el noreste hasta el centro de la Cuenca del Guayas, por más de 4 268 km²; el nombre del río cambia dependiendo de la zona por la que está pasando, por lo tanto, a la altura de Quevedo, el río es conocido como el río Quevedo, en el Estado de Mocache, se le llama río Mocache y, finalmente, atraviesa los Estados de Palenque y Vinces, identificándose como el río Vinces (Figura 11).

Figura 11

Población de ciudades por donde cruza el río Vinces

Río Vinces			
Canton	Poblacion total	Poblacion Urbana	Provincia
Quevedo	173,575	150,827	Los Rios
Mocache	38,392	8,028	Los Rios
Palenque	22,320	6,348	Los Rios
Vinces	71,736	30,248	Los Rios
TOTAL	306,023	195,451	

Nota. Tomado de *Censo de población*, por INEC, 2010

2.4.3 Río Macul

La cuenca del río Macul tiene un área de 604 km², nace al oeste de la ciudad de Quevedo y se extiende de norte a sur, por lo que es el límite natural entre las provincias de Los Ríos y Guayas. Luego, fue introducido al Guayas bajo el nombre de río Pula que, eventualmente, desemboca en el río Daule; hay aproximadamente 5 000 habitantes en el área de la cuenca de Macul (INEC, 2010), de ellos, un aproximado del 68 % se dedica a la agricultura, la ganadería y la pesca (Prefectura de Los Ríos, 2013).

2.4.4 Río Babahoyo

El río Babahoyo es uno de los ríos más importantes en las provincias de Los Ríos y Guayas, este nace de la confluencia de los ríos Catarama y San Pablo en la localidad de Babahoyo, tiene una longitud aproximada de 40 km de longitud y se orienta, generalmente, al suroeste a través de una rica región agrícola, con las localidades de Pimocha, Samborondón y Tarifa en su margen derecha o noroeste

Entra al área metropolitana de Guayaquil como límite entre la parroquia La Puntilla, en el Estado de Samborondón y la ciudad de Durán, ambas conectadas por el Puente de la Unidad Nacional. En este lugar, el río Babahoyo alcanza un ancho de 1 800 m, y su confluencia con el río Daule crea la ría Guayas, principal arteria aluvial de la costa ecuatoriana. Debido a su extensa longitud, el río Babahoyo atraviesa los cantones de Babahoyo, Baba, Salitre, Samborondón, Yaguachi y Durán (Figura 12), asimismo, el río Babahoyo posee una superficie de cuenca de 19 000 km² y un caudal medio de 570 m³ sobre segundo.

Figura 12

Población de ciudades por donde cruza el río Babahoyo

Río Babahoyo			
Canton	Poblacion total	Poblacion Urbana	Provincia
Babahoyo	153800	90280	Los Rios
Baba	35185	3893	Los Rios
Salitre	57400	10849	Guayas
Samborondon	67600	42656	Guayas
Yaguachi	47630	13395	Guayas
Duran	235800	230848	Guayas
	597415	391921	

Nota. Tomado de *Censo de población*, por INEC, 2010

2.4.5 Río Yaguachi

El río Yaguachi se encuentra en la provincia del Guayas, en la vertiente pacífica del país, de este modo, atraviesa el cantón de Yaguachi y nace de la confluencia de los ríos Milagro, Chimbo y Chanchán, donde desemboca en el río Babahoyo, donde confluye con el Daule para formar la ría Guayas.

2.4.6 Basura en la Cuenca Baja del Guayas

La Cuenca Baja del Guayas, al ser la llanura aluvial litoral más importante de la Costa Pacífica de América del Sur (Dumont et al., 2010), sirve como un transportador de basura que recorre y se acumula por ocho provincias del Ecuador; esta basura no solo se clasifica en materiales plásticos o desechos sólidos, pues, al ser una de las zonas más productivas y pobladas para el país, se llegan a generar desechos como aguas residuales vaciadas por distintos cantones sin ningún tipo de tratamiento, así como el agua contaminada por residuos químicos originados debido a las actividades agrícolas.

Figura 13

Basura plástica en el Golfo de Guayaquil



Nota. Tomado de *Basura oceánica desespera en una playa de isla Puná*, por Diario El Universo, 2019

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2018), los contaminantes agrícolas, como plaguicidas, antibióticos y genes resistentes a los antibióticos, los que son excretados por el ganado, presentan un mayor riesgo y son los más preocupantes para el consumo de la raza humana, así, se presentan en el agua por el desecho de materiales sin ningún tipo de tratamiento por los distintos agricultores a los ríos y terminan viajando por toda la Cuenca Baja hasta llegar al Golfo de Guayaquil. Lo mismo ocurre con el desecho de materiales sólidos, pues, en el Ecuador, se produce una cantidad de 58 829 toneladas de basura semanalmente, de ellas, solo el 20 % se está ubicando y tratando en condiciones adecuadas, lo que implica que el resto de la basura producida por el país se encuentra en botaderos, vertederos a cielo abierto, ríos o incineradores sin recibir ningún tipo de tratamiento para mitigar los daños ambientales que esta provoca (Solíz, 2015).

Otro de los factores que afecta a la producción de basura por cantón es la densidad poblacional, pues de esta depende la cantidad de producción de residuos sólidos *per cápita* en Ecuador, así, dentro de la Cuenca Baja del Guayas hay cantones con una mayor producción de basura en comparación con los cantones con poca densidad poblacional. La producción *per cápita* de basura en los siguientes cantones (Figura 14) representa el 70 % de la generación de residuos a

nivel nacional, de este modo, en estos cantones, el índice *per cápita* de generación de basura diaria es de 1,07 kg al día (Solíz, 2015).

Figura 14

Ciudades con mayor producción de residuos per cápita

Ciudades con mayor producción de residuos per cápita/densidad poblacional

Provincia	Cantón	Población total	Densidad	Tasa insoc	Disposición 1:relleno 2:botadero controlado 3:botadero a cielo abierto 4:rio o incinerador	Ton/semana	Kg/hab/día	Adm pr: privada, pu: pública, mx: mixta
Guayas	Guayaquil	2.291.158	918,72	0,20	1	16.450	1,03	Pr
Pichincha	Quito	1.619.146	4.347,98	0,24	1	12.600	1,11	Mx
Santo domingo	Santo domingo	305.632	279,65	0,11	3	2.240	1,05	Pu
Azuay	Cuenca	331.888	4.701,63	0,21	1	2.160	0,93	Pu
Manabí	Portoviejo	223.086	533,62	0,13	3	2.100	1,34	Pu
Tungurahua	Ambato	178.538	3.839,53	0,17	1	1.610	1,29	Pu
Manabí	Manta	221.122	1.046,34	0,16	2	1.600	1,03	Pu
Esmeraldas	Esmeraldas	161.868	2.297,63	0,13	2	1.540	1,36	Pu
Guayas	Durán	235.769	785,40	0,16	1	1.400	0,85	Pu
Los Ríos	Quevedo	158.694	830,12	0,10	3	1.050	0,95	Pu

Nota. Tomado de *Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador*, por Solíz, 2015

De todas estas provincias, cinco se encuentran dentro de la Cuenca Baja del Guayas o sus descargas de basura llegan a la Cuenca Baja del Guayas, estas son Manabí, Santo Domingo, Esmeraldas, Guayas y Los Ríos que, con los cantones de Guayaquil, Santo Domingo, Portoviejo, Duran y Quevedo tienen una población total de 3 402 977 habitantes y producen una cantidad semanal de 24 850 toneladas de residuos, esto representa un 42 % de la producción total de residuos en el país.

Figura 15

Cantones con mayor producción semanal de residuos en la Cuenca Baja del Guayas

Provincia	Canton	Poblacion total	Ton/Semana
Guayas	Guayaquil	2,291,158	16,450
Santo Domingo	Santo Domingo	305,632	2,240
Manabi	Portoviejo	223,086	2,100
Tungurahua	Ambato	178,538	1,610
Guayas	Duran	235,769	1,400
Los rios	Quevedo	168,694	1,050
	TOTAL	3,402,877	24,850

La basura producida por estas provincias que se encuentran en la Cuenca Baja del Guayas es llevada por los ríos Daule, Vinces, Babahoyo y sus distintos afluentes al norte de la ciudad de Guayaquil, donde estos residuos empiezan a integrarse y acumularse en la ría Guayas para ser expulsados por el Golfo de Guayaquil hacia la isla Puná (Montaño y Sanfeliu, 2008).

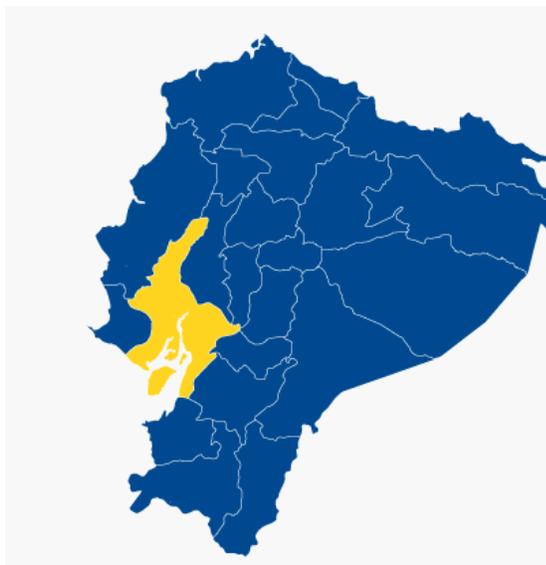
2.5 El Golfo de Guayaquil

Un golfo es una característica geográfica que se identifica por tener una gran parte del mar o del océano en la tierra, así, se encuentra entre dos cabos o dos penínsulas. El golfo suele ser profundo y tiene una gran importancia económica, pues, gracias a su ubicación y disposición geográfica, sirve para proteger la costa de las mareas altas, esto favorece la construcción de puertos y diques para incrementar la economía costera.

El Golfo de Guayaquil se encuentra en la región costera de Ecuador dentro de la provincia del Guayas, esta posee un área de 13,701 km² en los que existen islas y una extensa masa de agua, esta sirve como una zona de drenaje de las cuencas hidrográficas enunciadas (Montaño y Sanfeliu, 2008). Las islas dentro del Golfo de Guayaquil ocupan un área de 1 990 km² y la masa de agua representa un área de 11 711 km² (Vera, 2003).

Figura 16

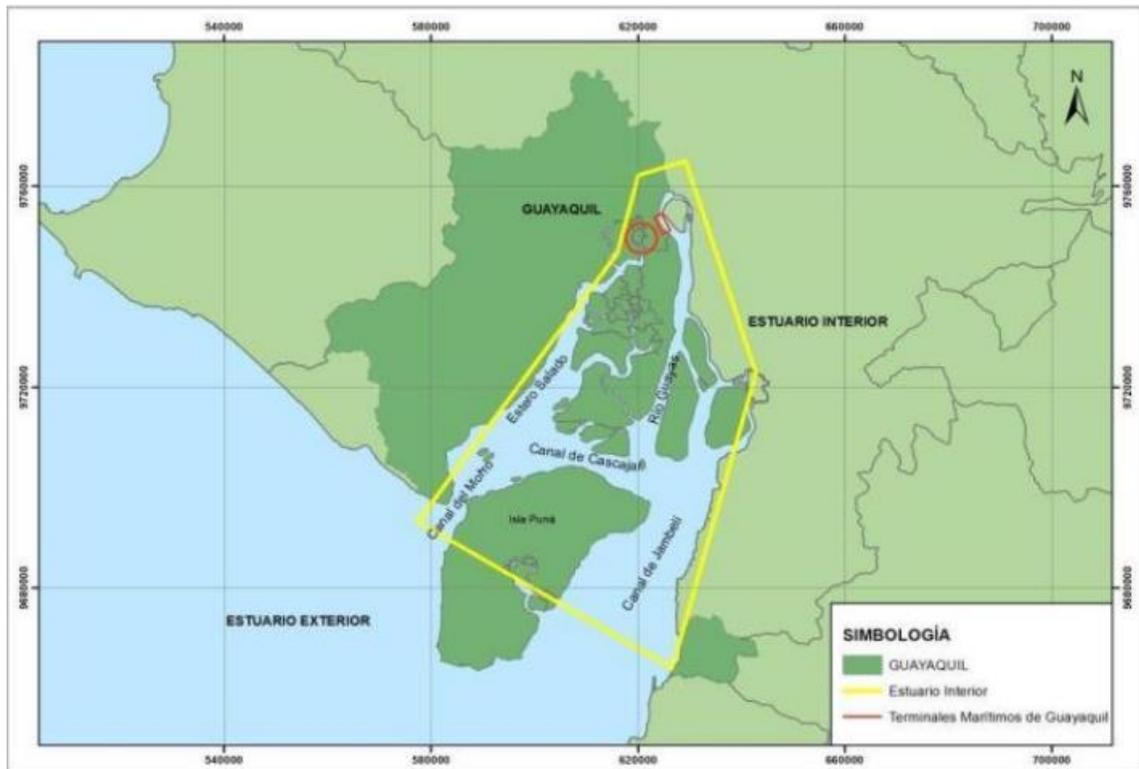
Ubicación del Golfo de Guayaquil



La entrada del Golfo de Guayaquil tiene un ancho de 200 km de largo y empieza desde la península de Santa Elena, extendiéndose hasta 120 km en el litoral ecuatoriano, asimismo, se divide en dos zonas, un estuario interior que está ubicado al área este entre Boca de Capones y Punta del Morro, y el estuario exterior que está ubicado entre la Puntilla de Santa Elena y Punta del Morro (Rodríguez, 2003).

Figura 17

Estuario interior del Golfo de Guayaquil

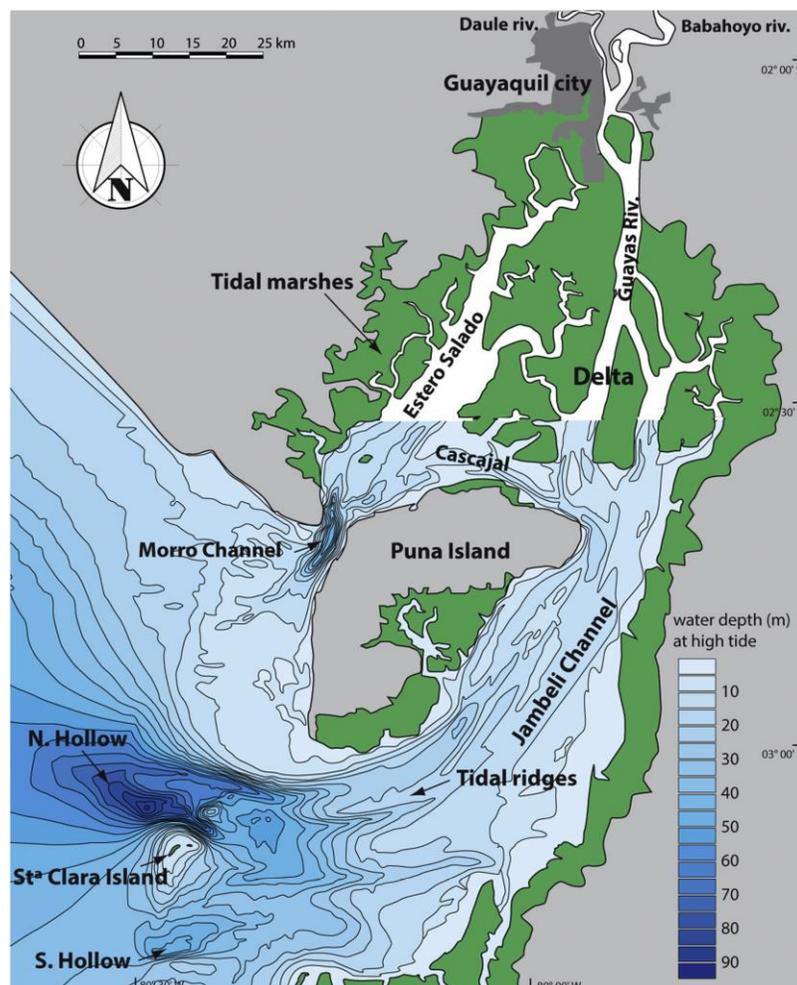


Nota. Tomado de *Análisis técnico*, por Municipalidad de Guayaquil, 2017

La isla Puná sirve como referencia para la división de ambos estuarios, debido a que, en la zona oeste de la isla que se encuentra abierta al Océano Pacífico, se ubica el estuario exterior, este es influenciado por las mareas producidas por el Océano Pacífico y se extiende desde la desembocadura del golfo que tiene 200 km de longitud hasta unos 130 km adentro de la isla Puná, con las desembocaduras de los canales del Morro y Jambelí (Twilley et al., 2001).

Figura 18

Mapa general del Golfo de Guayaquil



Nota. Tomado de *The Gulf of Guayaquil and the Guayas River Estuary, Ecuador*, por Twilley et al., 2001

* Las zonas verdes representan las llanuras de marea en el Golfo.

El estuario interior del Golfo de Guayaquil se extiende desde la zona noreste de la isla Puná que comprende una extensión de 74 km desde su desembocadura en la costa de la isla, hasta la marea de la ría Guayas, este se puede clasificar como un estuario tectónico (Stevenson, 1981), el que está dividido en dos sistemas, el Estero Salado que posee una longitud de 60 km y una

profundidad media de 9,45 m, y la ría Guayas que tiene una longitud de 90 km, ambos ecosistemas se encuentran conectados por medio del canal Cascajal (Rodríguez, 2003).

2.5.1 Ría Guayas

La ría Guayas es el río más importante del Ecuador, con un caudal anual de escurrimiento de 1350 m³ sobre segundo en promedio, este tiene un área de cuenca de drenaje de, aproximadamente, 32 800 km² que representan un 64 % de toda la cuenca de drenaje (Twilley et al., 2001).

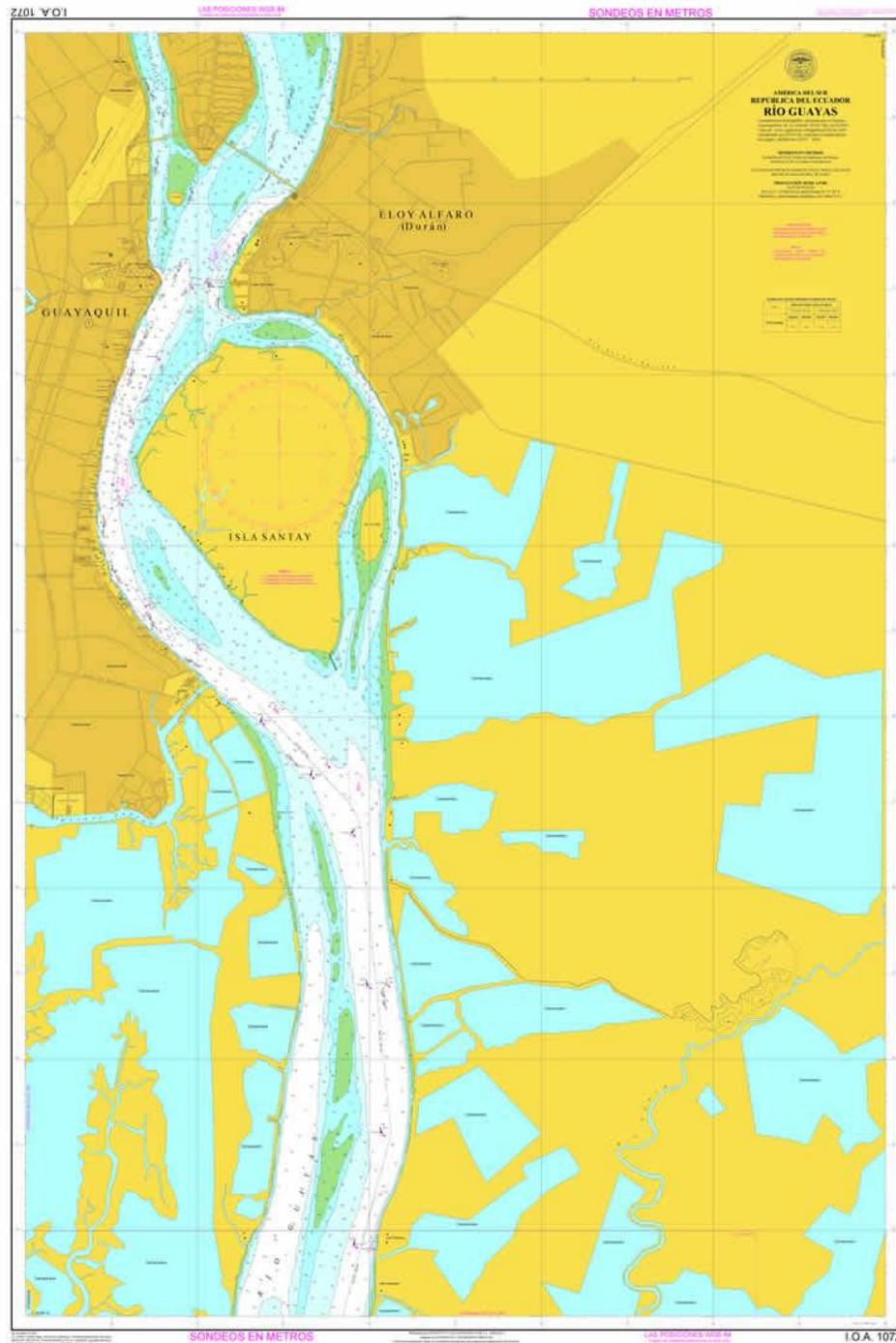
Este río se forma por la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, y tiene un cauce principal recto que se bifurca en una red de cauces fluviales que recorren una longitud de 30 km por manglares y llanuras de marea que, según Reynaud et al. (2018), cubren un área aproximada de 4 000 km² en todo el Guayas.

El recorrido de la ría Guayas empieza desde “La puntilla” en Guayaquil hasta el canal de Jambelí, donde recorre una distancia de 68 km por un canal en el que se pueden encontrar profundidades de hasta 12 m en los meandros del cauce (Vera, 2003). El río transporta una cantidad elevada de sedimentos, los que proceden a acumularse y provocan la aparición de islas a lo largo del cauce; la acumulación de sedimentos ha elevado el nivel del fondo del río en comparación con el del Estero Salado.

La ría Guayas lleva en su nombre el término “río”, pero este no cumple con la definición de su nombre, pues un estuario es “un cuerpo de agua costero semicerrado que tiene una conexión libre con el mar abierto y dentro del cual el agua marina está mensurablemente diluida con agua dulce proveniente del drenaje terrestre” (Instituto Ciencias del Mar, 2021, párr. 3); de acuerdo con esta definición, la ría Guayas se clasifica más como un estuario que como un río.

Figura 19

Cartografía de la ría Guayas



Nota. Tomado de *Memoria Técnica de la comisión realizada en el área del Río Guayas sur*, por INOCAR, 2010

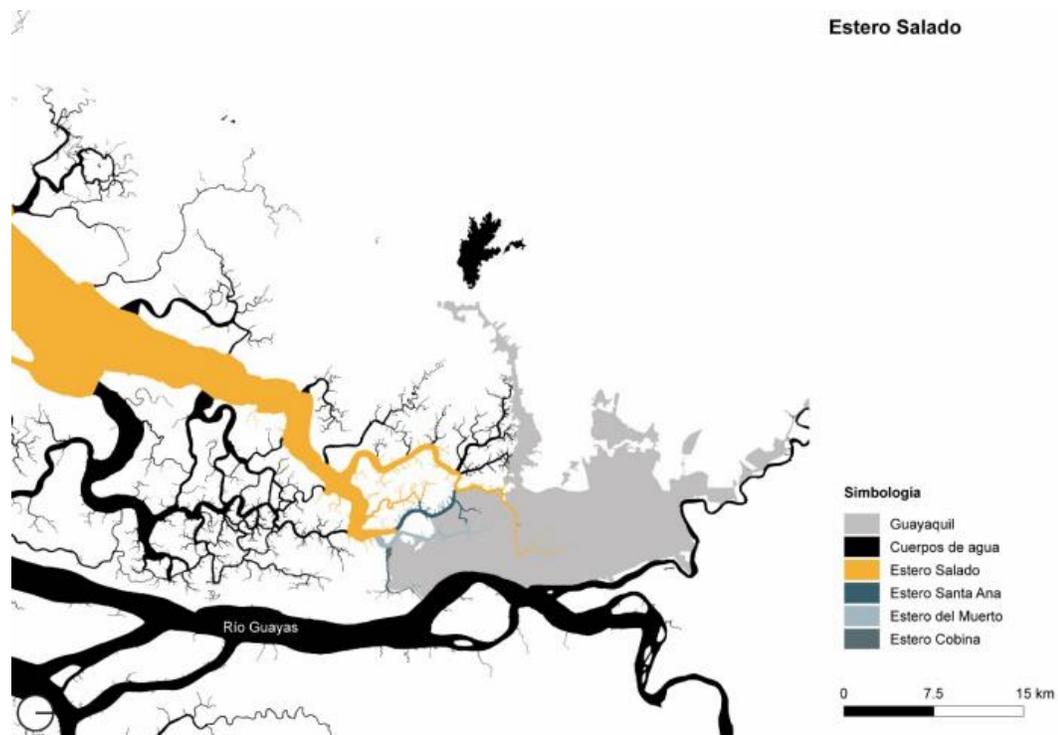
2.5.2 Estero Salado

El Estero Salado es otro de los cuerpos de agua principales que rodean a la ciudad de Guayaquil y pertenecen al golfo, así, el Estero Salado es un estuario de alrededor de 60 km de longitud que va desde el Puerto Marítimo de Guayaquil hasta Posorja, a la altura del canal del Morro, donde mantiene un ancho de 3 km con una profundidad de 60 m.

Al llegar a la ciudad de Guayaquil, el Estero Salado empieza a ensancharse, lo que forma unos canales secundarios, islas y bancos que se logran extender hacia el noreste entrando al continente; el canal principal del Estero mantiene un proceso gradual al estrecharse y termina en ramales que se integran a Guayaquil.

Figura 20

Ubicación del Estero Salado



Nota. Tomado de *El Estero Salado en el desarrollo urbano de Guayaquil: crónicas de un recurso natural en decadencia*, por Rojas y Rojas, 2019

Dentro de la ciudad de Guayaquil, el Estero Salado mantiene una longitud de 15 km, con la que llega a la zona central y norte de la ciudad. Las distintas ramificaciones provistas por el

Estero han permitido que la ciudad disfrute de un ambiente tranquilo e icónico que la ha resaltado como un punto de encuentro para guayaquileños y visitantes, incluso, se ha mencionado que las aguas del Estero tenían propiedades medicinales previas a su deterioro por la contaminación (Martillo, 2006).

El Estero Salado mantiene un nivel de salinidad alta en sus aguas, así, a lo largo de los años, ha aumentado el deterioro de sus aguas por los altos volúmenes de desechos industriales y domésticos que son evacuados sin ningún tipo de control o sanción por parte de las autoridades pertinentes.

2.6 Problemática Ambiental en el Estero Salado

El Estero Salado ha sido un botadero de desechos para la ciudad de Guayaquil, pues se ha encargado de evacuar grandes volúmenes de desechos domésticos e industriales en este; el ingreso de estos desechos al Estero se debe a la población y las industrias, así, el 60 % es causado por los desechos domésticos y el 40 % por la actividad industrial (Monserrate y Medina, 2011).

Figura 21

Contaminación del Estero Salado año 2018



Nota. Tomado de *Basura oceánica desespera en una playa de isla Puná*, por Diario El Universo, 2019

La autodepuración del Estero Salado es otro problema que este cuerpo de agua mantiene, debido a sus características hidrológicas, de este modo, al ser un brazo de mar y por la falta de aporte de afluentes aguas arriba, el movimiento de las aguas del Estero no se dirige hacia el mar, a menos que la marea las deslice hacia esta dirección, aun así, el Estero recupera su posición inicial por el reflujó de la marea, lo que provoca que las aguas contaminadas se mantengan dentro del estero (Monserrate y Medina, 2011). Cabe añadir que hubo un total de 540 industrias en la ciudad de Guayaquil, estas evacuaron una cantidad del 25 % total de desechos orgánicos y el restante 75 % corresponde con las aguas servidas sin tratamiento de la ciudad y zonas periféricas. Igualmente, solo el 3 % de estas industrias tuvo un proceso de tratamiento de sus aguas antes de ser vertidas en el Estero, lo que significa que hubo un total de 451 industrias que lanzaron sus desechos al Estero sin ningún tipo de tratamiento.

Por otro lado, las industrias de tabaco, bebidas y alimentos provocaron el 26 % de la contaminación en Estero Salado y en la ría Guayas, asimismo, las industrias químicas también fueron responsables de la contaminación con un 18 % (Diario El Universo, 2019). A lo largo del Estero Salado, se encuentra una gran cantidad de piscinas de cultivo de camarón que representan dinero para el beneficio del país, aun así, estas piscinas de cultivo son una parte importante de los factores que aumentan la deforestación del manglar junto con la contaminación de los diversos ecosistemas del estero.

“La problemática ambiental se focaliza en tres aspectos básicos: la generación de descargas domésticas e industriales, los rellenos habitacionales que existen en los alrededores y finalmente, el mal manejo de los residuos sólidos” (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador, s.f., párr. 2). El crecimiento de los asentamientos periféricos al Estero Salado ha provocado un estrechamiento de su cauce natural y el aumento de los desechos de basura orgánica e inorgánica en el cauce.

Distintos relatos históricos han servido para informar sobre el estado que mantenía el Estero Salado antes del proceso destructivo proporcionado por la contaminación de la población y la industria, este solía ser descrito como un lugar con un ecosistema puro y limpio, donde la población solía realizar actividades recreativas, sin temor a contraer ningún tipo de enfermedad; según Rojas y Rojas (2019), el Estero Salado era descrito como un lugar paradisiaco hasta que, a principios del siglo XX, hubo una gran demanda de tierras por el aumento de la población en la ciudad de Guayaquil, lo que provocó el incremento de desechos en el estero.

2.7 Crecimiento de los Asentamientos Irregulares en Guayaquil

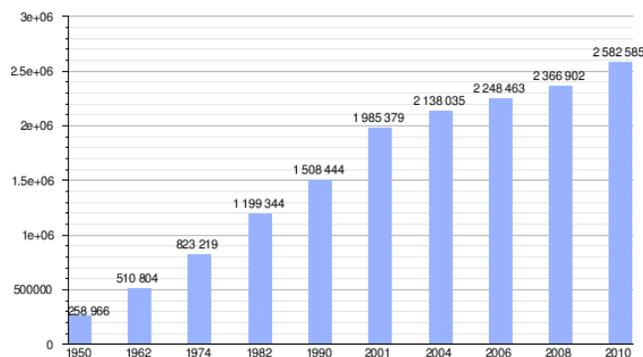
La ciudad de Guayaquil es una de las ciudades más importantes para el Ecuador, puesto que, según el INEC (2010), es la segunda ciudad más poblada del país, con una población de 2 723 665 habitantes que siguen en aumento por los beneficios de la ciudad en comparación con cantones más pequeños y subdesarrollados. El deseo de progresar, debido a la oferta de empleos dentro de la ciudad, suele ser mayor que en otros cantones con sectores industriales no tan desarrollados, lo que atrae muchas personas a la ciudad.

El crecimiento poblacional en la ciudad de Guayaquil se remonta a 1896 con el trágico acontecimiento de “El Gran Incendio”, donde, según Compte (2018), habrían estado registradas en el municipio 458 manzanas, de ellas, 92 fueron consumidas por el fuego. Esto marcó un antes y un después para la ciudad de Guayaquil, pues el municipio, después de este evento, empezó a generar la tendencia de ampliar y ocupar nuevas zonas urbanas, incluso, por medio del uso de relleno en distintos ramales de la ría Guayas para realizar este tipo de ampliaciones (Rojas y Rojas, 2019), por la alta demanda de residencias por la población que perdió sus viviendas en el incendio.

No fue hasta el año 1932 en el que el municipio de Guayaquil, con la finalidad de alquilar terrenos, emitió una ordenanza de arrendamiento que, entre 1933 y 1941, se actualizó mediante varias reformas para que fuera más accesible la ocupación de áreas de manglares (Rojas y Rojas, 2019), esto provocó que los asentamientos informales en la ciudad de Guayaquil empezaran a aumentar en zonas del suburbio suroeste, donde las condiciones de suelo no eran las mejores para el uso urbano en comparación con zonas del norte y sur de la ciudad.

Figura 22

Crecimiento poblacional en la ciudad de Guayaquil



Nota. Tomado de *Censo de población*, por INEC, 2010

Las medidas tomadas por el municipio fue una de las razones más importantes para el crecimiento urbanístico de la ciudad de Guayaquil, en la que, a mediados del siglo XX, se generó un crecimiento poblacional de la ciudad, y un aumento paulatino y desmesurado de su planta urbana. Según los datos valorados en por el INEC (2010) (Figura 22), entre 1950 y 2001 hubo un incremento igual a 6,6 veces en el nivel poblacional en la ciudad.

Figura 23

Asentamientos irregulares en el Estero Salado



Nota. Tomado de *Basura oceánica desespera en una playa de isla Puná*, por Diario El Universo, 2019

Los esfuerzos realizados por el municipio para aumentar el crecimiento poblacional en la ciudad de Guayaquil fueron exitosos, aun así, no hubo un control de parte de esta entidad para realizar planificaciones en los procesos de urbanización y habitabilidad en diversas zonas de la ciudad. Con el aumento poblacional también se incrementaron los asentamientos irregulares en zonas aledañas a los principales cuerpos de agua de la ciudad de Guayaquil los cuales son usados como medios de transporte de los desechos orgánicos e inorgánicos de las personas que viven en estas zonas por la falta de servicios básicos.

En Guayaquil, según las cifras del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el 48,7% de los habitantes tiene necesidades básicas insatisfechas (NBI), es decir, 1'110.678 habitantes.

Las NBI se refieren al acceso a varios servicios (agua potable, eliminación de aguas servidas, servicios higiénicos, luz eléctrica, ducha, teléfono, analfabetismo, años de

escolaridad, médicos hospitalarios por cada 1.000 habitantes y camas hospitalarias por cada 1.000 habitantes). (Andrade, 2015, párr. 3-4)

Debido a la falta de estos servicios, los residentes cercanos al Estero Salado o la ría Guayas evacuan todos sus desechos arrojándolos a estos cuerpos de agua, lo que acelera su deterioro.

Figura 24

Porcentaje de hogares por tipo de servicio

Porcentaje de hogares por tipo de servicio

Datos a diciembre de 2021

Seleccione el servicio:



Nota. Tomado de *Un tercio de los hogares ecuatorianos no tiene acceso a servicios básicos*, por Diario Primicias, s.f

La recolección de basura y la falta de servicios básicos no es solo un problema de la ciudad de Guayaquil, es decir, este es un problema complicado de tratar en todo el Ecuador; según datos del INEC (2010), un tercio de la población del país no tiene acceso a servicios básicos, lo que significa que este 31,7 % de hogares tiene que buscar cómo evacuar sus desechos, los que suelen ser arrojados sin ningún tipo de tratamiento hacia los ríos, debido a la facilidad con los que estos desplazan los desechos orgánicos e inorgánicos aguas abajo hasta llegar a la ría Guayas. En el caso de los cantones que se encuentran dentro de la Cuenca Baja del Guayas, estos son los principales contaminadores de la isla Puná.

2.8 Limpieza del Estero Salado

El Estero Salado es un cuerpo de agua que no recibe descarga de ningún tipo de afluente, así, es uno de los principales productores de desechos orgánicos e inorgánicos que llegan hacia las costas de la isla Puná. Según el Diario El Telégrafo (2018), se recogen al mes una cantidad de 700

toneladas de desechos en los esteros de la zona urbana; esta cantidad ha aumentado con los años, pues, en el 2014, se recogían 360 toneladas mensuales.

La necesidad de limpiar el Estero Salado, debido al aumento poblacional en las riberas y el aumento del consumo de plásticos de un solo uso, ha generado que la Municipalidad de Guayaquil empiece labores dentro de este cuerpo de agua, mediante la gestión de un sistema de recolección de desechos para el Estero Salado, donde se utilizó mano de obra y una embarcación tipo skimmer para los diversos desechos flotantes que se encuentran en este cuerpo de agua.

Conforme con el Diario El Universo (2019,) la limpieza del Estero Salado inició en el año 2001, así, actualmente, la Municipalidad de Guayaquil se encuentra a cargo de 540 hectáreas, de las que se encuentran incluidos 40 km de riberas en el Estero Salado; el costo por tonelada de basura recolectada en el estero y las riberas es de \$ 526,92.

El proceso de recolección de desechos flotantes en el Estero Salado consiste en la utilización de una embarcación tipo skimmer, esta tiene una cinta transportadora en la parte frontal encargada de transportar los desechos flotantes del Estero hacia la embarcación. La cinta transportadora se encuentra parcialmente sumergida bajo el nivel de flotación de los desechos, para mejorar la eficiencia del proceso de recolección de dichos desechos.

Figura 25

Limpieza del Estero Salado realizada por el M.I. Municipio de Guayaquil, con embarcación tipo skimmer



Nota. Cortesía de Visolit S.A.

La embarcación tipo skimmer solo cubre los desechos flotantes en el Estero Salado, aun así, las riberas también tienen altos niveles de acumulación de basura que necesitan ser recolectadas, por ello, el personal encargado, mediante el uso de pequeñas embarcaciones tipo lanchas, se encarga de recorrer las riberas del Estero Salado y recolectar la basura, de forma manual, en sacos de basura; el material recogido es trasladado al Relleno Sanitario de las Iguanas de Guayaquil, para su tratamiento final.

Figura 26

Recolección manual en riberas del Estero Salado realizada por el M.I. Municipio de Guayaquil



Nota. Cortesía de Visolit S.A.

La basura recolectada por las lanchas y la embarcación tipo skimmer es llevada hacia el campamento de recolección, donde pasa a través de una banda transportadora, en la que se separan los desperdicios con el agua y son acumulados en un contenedor, estos son triturados y luego recolectados para ser llevados a botaderos de basura o utilizados como relleno sanitario para diversas zonas de la ciudad.

Figura 27

Trituración y almacenamiento de basura en contenedor, realizada por el M.I. Municipio de Guayaquil



Nota. Cortesía de Visolit S.A.

2.9 Plástico

El plástico es un material polimérico que tiene la capacidad de ser moldeado, generalmente mediante la aplicación de calor y presión. Esta propiedad de plasticidad, a menudo encontrada en combinación con otras propiedades especiales como baja densidad, baja conductividad eléctrica, transparencia y tenacidad, permite que los plásticos se conviertan en una gran variedad de productos. (Portal Sourcknowledge, s.f, párr. 1)

2.10 Tipos de plástico

Los plásticos son clasificados mediante un código internacional conocido como el Código de Identificación de la Resina.

El Código de Identificación de la Resina es un sistema internacional utilizado en el sector industrial para diferenciar la composición de las resinas en los productos plásticos de uso diario. Se trata de siete números que se encuentran en los diferentes tipos de plásticos y que marcan su nivel de toxicidad.

Por lo tanto, se han identificado seis tipos de plásticos específicos que permiten crear una organización según sus características. Existe una séptima categoría en la que se incluyen

otros plásticos cuya composición no ha sido totalmente identificada o bien cuyos elementos constituyentes no pueden incluirse en ninguna de las otras categorías. (La fundación del Agua, 2022, párr. 2-4)

Figura 28

Tipos de plástico según su clasificación numérica



Nota. Tomado de *La clasificación de los plásticos*, por Portal Gestores de Residuos, 2020

2.10.1 Tereftalato de Polietileno (PET)

Este es uno de los plásticos más utilizados, pues es liviano, fuerte, generalmente transparente y se usa, a menudo, en empaques de alimentos y telas (poliéster). Si se arroja PET al medio ambiente, sus efectos durarán mucho tiempo, es decir, “puede tardar entre 500 y 1 000 años en descomponerse” (Portal Gestores de Residuos, 2020, párr. 7), incluso si ya no es visible, liberará miles de microplásticos. El plástico tipo PET tiene una gran cantidad de cualidades, como su alta resistencia, bajo peso, es impermeable, es compatible con otros materiales, es una buena barrera frente a la humedad y al CO₂, y puede ser reciclado.

2.10.2 Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

El Polietileno de Alta Densidad (PEAD) es un polímero termoplástico que consta de varias unidades de etileno.

La rigidez y resistencia del polietileno son sus principales ventajas. Se trata de un material resistente a los impactos, a la tracción y a las temperaturas altas y bajas. Su resistencia no solo es física, ya que no es atacado por los ácidos o el disolvente.

Se trata de un material incoloro y casi opaco. Su facilidad para imprimir, pintar y pegar sobre él permite un amplio abanico de opciones de personalización.

Se trata, además de un material muy fácil de procesar mediante métodos como inyección o extrusión. El polietileno de alta densidad es un material reciclable, especialmente mediante reciclaje mecánico y térmico. Le corresponde el Código de Identificación Plástico 2. (Blog Envaselia, s.f., párr. 3-5)

2.10.3 Policloruro de Vinilo (PVC)

Este plástico duro es resistente a los químicos y la intemperie, lo que lo hace ideal para aplicaciones de construcción, mientras que el hecho de que no conduce electricidad lo hace popular para aplicaciones de alta tecnología como alambres y cables, asimismo, se usa ampliamente en aplicaciones médicas, porque es resistente a los gérmenes, fácil de desinfectar y ofrece aplicaciones de un solo uso para reducir las infecciones médicas. Por otro lado, es el plástico más peligroso para la salud humana, conocido por filtrar toxinas peligrosas a lo largo de su ciclo de vida (por ejemplo, plomo, dioxina, vinilo); este tipo de plástico también es reciclable y corresponde con el Código de Identificación de Plástico 3.

2.10.4 Polietileno de Baja Densidad (LDPE)

El Polietileno de Baja Densidad (LDPE) es altamente resistente al impacto y a los productos químicos, al igual que el HDPE, es flexible y su transparencia depende del espesor. Es el material con el que se fabrican las películas de plástico, el plástico de burbujas o las bolsas plásticas de compra, así, es posible reciclarlo, así como los materiales reprocesados. Es fundamental disponer correctamente de estos objetos, devolviéndolos al ciclo de reciclaje o residuos, pues si se desechan en la naturaleza, pueden tardar hasta 150 años en descomponerse, incluso, se descompondrá en pequeños fragmentos de microplásticos. Corresponde con la categoría 4 del Código de Identificación de Plásticos.

2.10.5 Polipropileno (PP)

El polipropileno es obtenido por medio de la polimerización del propileno, un subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Este tipo de plástico puede resistir altas temperaturas en comparación con otros plásticos, por lo que es usado en envasado y almacenamiento de alimentos

que deben mantenerse a temperaturas elevadas; este plástico es duradero, reciclable y corresponde con la categoría 5 del Código de Identificación de Plásticos.

2.10.6 Poliestireno (PS)

Es uno de los plásticos más usados a nivel mundial, siendo un material duro y sólido con el que se fabrican una variedad de productos para el uso diario, normalmente se hace uso de este tipo de plástico para fabricar elementos que necesiten alta claridad, ya sean envases de comida o algunos elementos de laboratorio. (Plásticos Ascaso S.L.U., párr. 1)

Este tipo de plástico es reciclable y puede convertirse en viguetas de plástico o cajas de cintas para casetes, por otro lado, corresponde con la categoría 6 del Código de Identificación de Plásticos.

2.10.7 Otros

Este tipo de plástico se encuentra en la categoría 7 del Código de Identificación de los Plásticos y no se le identifica con un nombre propio, debido a que este tipo de plástico es una mezcla de muchos materiales distintos, lo que complica su reciclaje por la composición de este; se tendría que separar y reciclar para mitigar el daño ambiental que produce este tipo de plástico.

2.11 Uso y Desecho de Plásticos en Ecuador

Según datos obtenidos del INEC, en el 2018 se arrojaron 12 739,01 toneladas de basura diarias, de ellas, el 11,43 % representaba solo basura plástica, esto da un total de 531 463 toneladas de basura plástica al año. Solo la mitad de esta cantidad anual corresponde con el tipo de plástico de un solo uso, como fundas o recipientes de espumaflex, estas cifras del INEC muestran el consumo de plástico en las regiones del Ecuador, por lo que la región Sierra es la que desecha la mayor cantidad de plásticos de un solo uso (Morán, s.f).

Ecuador es el tercer país que más basura plástica importa de toda Latinoamérica, así, según el Diario Primicias (s.f), entre el año 2018 y 2021, el país ha importado una cantidad aproximada a 47 000 toneladas de desechos plásticos, esto genera problemas para la preservación del medio ambiente, debido a que esta basura importada suele venir mezclada con otros tipos de materiales que complican el proceso de reciclaje y, al no poder ser materiales reciclables, estos son desechados o utilizados en rellenos sanitarios los cuales causan daños ambientales.

Las autoridades mantienen un gran desconocimiento acerca del estado de los cargamentos de basura que llegan al país, esto se debe a que, al momento de ingresar al país, fueron denominados como “desperdicios plásticos”, una clasificación amplia que no permite evaluar el tipo de plástico y los materiales que se están importando, ni el estado en el que llegan; entre el 2014 y el 2021, el 75 % de estos “desperdicios plásticos” llegaron desde Estados Unidos (Alianza Basura Cero Ecuador, s.f).

En el Ecuador, solo del 6 % al 8 % de la basura producida es reciclada, lo que significa que el restante 94 % de los residuos plásticos son enterrados sin ningún tipo de tratamiento. Las entidades municipales que deberían estar encargadas del tratamiento de estos desechos no participan en gran cantidad del proceso de recolección y reciclaje, pues el 84 % de los desechos plásticos recuperados y procesados de forma correcta son recolectados por recicladores independientes que no reciben ningún tipo de apoyo estatal para realizar este tipo de trabajo en distintos tipos de modalidades, como el reciclaje a pie de vereda, en estaciones encargadas al reciclaje de plástico o reciclaje en vertederos a cielo (Solíz, 2015).

2.12 Productos Hechos con Material Plástico Reciclado

Debido a sus variadas cualidades, el plástico es uno de los materiales con mayor demanda alrededor del mundo, así, se produce una cantidad estimada a 300 000 000 de toneladas de plástico cada año a nivel mundial, de ellos, 13 000 000 terminan en el océano, lo que es dañino para el medio ambiente, pues una sola botella de agua demora en descomponerse alrededor de 500 años (Fernández, 2020).

Esta problemática ha incitado a muchas compañías alrededor del mundo a realizar productos con base en el reciclaje de la basura plástica que se recolecta en el mar, para mitigar el daño ambiental y concientizar a la sociedad sobre la cantidad de plásticos que se producen y arrojan al mar en todo el mundo. Muchas de estas iniciativas aplicadas alrededor del mundo se centran en artículos de ropa, aunque también se pueden encontrar muebles o carcasas de productos tecnológicos.

2.12.1 Gafas de Sol

Norton Point se encarga de diseñar gafas de sol hechas del plástico marino recolectado en canales y costas de Haití. La empresa se encarga de limpiar una libra de plásticos en los mares por cada artículo vendido por esta y reinvertir el 5 % de las ganancias en proyectos que se encarguen de la recolección y la concientización de los desechos plásticos en el mar.

Figura 29

Gafas de sol Norton Point



2.12.2 Zapatos

La compañía Adidas, encargada de la producción de artículos deportivos y ropa, ha realizado una colección en colaboración con la organización Parley, la que está encargada de realizar campañas de concientización acerca de la preservación del océano. Esta línea de zapatos es confeccionada con el plástico recolectado de playas y costas, estos sirven como materia prima para estas prendas.

Figura 30

Zapatos confeccionados por Adidas, hechos de material reciclado



Los zapatos realizados por esta colaboración fueron hechos a partir de un 75 % de desechos plásticos reciclados, estos necesitan una menor cantidad de energía y desperdicio de agua para generar este tipo de prenda en comparación con prendas de materiales vírgenes. Se necesitaron alrededor de 11 botellas de plástico para confeccionar un par de estos zapatos, así, llevan más de 1 000 000 de pares vendidos alrededor del mundo.

2.12.3 Materiales de Construcción

En Ecuador, se encuentran empresas encargadas a la construcción con materiales plásticos reciclados, en este caso, la empresa Tritubot se ha encargado de producir equipos destinados al reciclaje de este tipo de material, para disminuir la contaminación producida por el plástico tipo PET que suele ser usado para envasar bebidas.

La empresa, mediante sus equipos que se encuentran expuestos al público general, da un pago de dos centavos por unidad ingresada, estos precios son justos por el tipo de residuo que se está reciclando. Gracias a la recolección de las botellas tipo PET, se disminuyen los daños ambientales producidos por el plástico y se recompensa al ciudadano al momento de reciclar. El material reciclado por los equipos de la empresa Tritubot sirve como materia prima para la producción de un nuevo tipo de bloque ecológico.

Los bloques ecológicos están compuestos de arena, cemento, plástico PET en escamas en un 50 %, aglomerantes y aditivos en proporciones adecuadas. En el país, esta es la primera experiencia en la fabricación de bloques de cemento plástico con botellas que se recolectan directamente del consumidor a través de sus equipos de reciclaje Tritubot. (Portal El Oficial, 2020, párr. 3)

Figura 31

Bloque ecológico hecho con plástico tipo PET



Nota. Tomado de Tritubot promueve el cambio en la construcción con bloques ecológicos, por Portal El Oficial, 2020

2.13 Microplásticos

Según Vethaak y Legler (2021), los microplásticos son creados por el uso y el desgaste de objetos de plástico, neumáticos de automóviles, ropa, revestimientos de pintura, etc, asimismo, se pueden agregar, intencionalmente, a productos cotidianos (por ejemplo, cosméticos y limpiadores corrosivos). Estos representan a una diversa cantidad de contaminantes que tienen una variedad de formas y composiciones complejas debido a los materiales utilizados en estos, como los polímeros y las mezclas químicas.

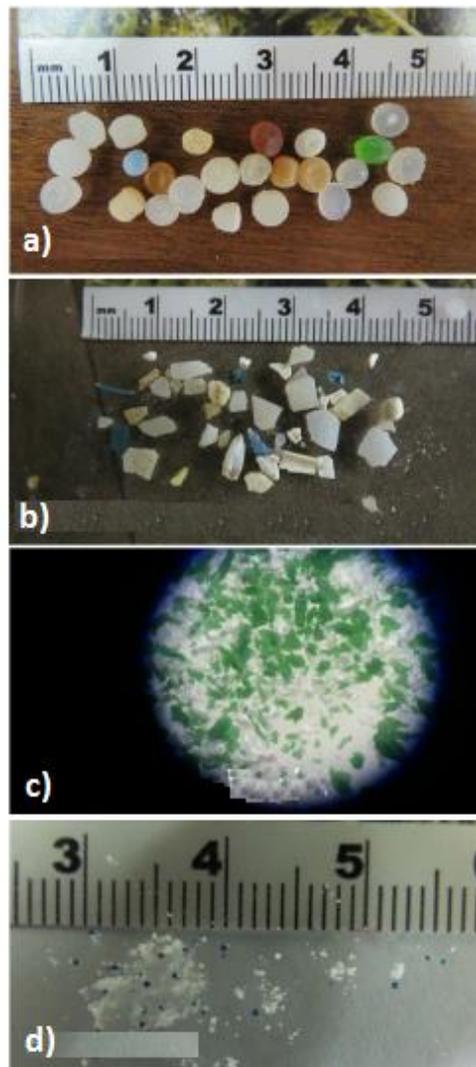
Los microplásticos empezaron a ser tomados en cuenta en estudios, esto por la atención que se obtuvo por los informes que detallaron las cantidades de basura acumulada en los océanos del mundo, estos cuerpos de basura plástica en los océanos son conocidos como “islas de basura”, las que generan un gran riesgo para la vida marina. Según Villarrubia-Gómez et al. (2018), la contaminación plástica marina es irreversible y es un problema que encapsula a todo el planeta; este tipo de contaminación cumple con dos de tres condiciones para que sea determinada como una amenaza de límite planetario de contaminación química.

La ubicuidad de los microplásticos (partículas de plástico de menos de 5 mm, incluidos los plásticos nanométricos de menos de 1 mm) en la biósfera mundial genera una creciente preocupación por sus implicaciones para la salud humana. La evidencia reciente indica que los humanos, constantemente, inhalan e ingieren microplásticos, sin embargo, está lejos de entenderse

si estos contaminantes representan un riesgo sustancial para la salud humana. La falta de datos cruciales sobre la exposición y el peligro representa brechas de conocimiento clave para determinar los peligros de estos para la salud humana (Vethaak y Legler, 2021).

Figura 32

Varios tipos de microplásticos



Nota. Tomado de *La gran problemática ambiental de los residuos plásticos:*

microplásticos, por Sarria y Gallo, 2016

- * a) Pequeñas esferas empleadas para la fabricación de juguetes. b) Microplásticos secundarios producidos por rompimiento de piezas plásticas más grandes.
- c) Residuos de polietileno plástico usado en crema de dientes. d) Microesferas plásticas empleadas para darle brillo, color y relleno a productos de cuidado personal.

Capítulo III. Desarrollo Metodológico

3.1 Metodología de la Investigación

La investigación es un proceso intelectual y experimental que comprende un conjunto de métodos aplicados de modo sistemático, con la finalidad de indagar sobre un asunto o tema, así como de ampliar o desarrollar su conocimiento, sea este de interés científico, humanístico, social o tecnológico. (Coelho, 2021, párr. 1)

La información obtenida para la investigación debe ser confiable y estar validada por algún profesional en el ámbito investigativo del tema antes de ser elegida para la investigación. Los objetivos para cumplir en una investigación suelen ser la búsqueda de soluciones a diversos problemas que se plantean junto con el tema a investigar, por lo que se debe realizar de forma organizada y precisa, para que el resultado de la investigación represente la realidad del tema.

3.1.1 *Investigación Documental*

“La investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema” (Alfonso, 1995) citado por (Janett y Maradiaga, 2015, p. 22).

Debido a este concepto, se puede entender el procedimiento aplicado para la investigación de este Trabajo de Titulación, pues se realizó una indagación mediante el uso de material bibliográfico acerca de los diversos sistemas de recolección de basura que se encuentran a nivel global, además, se buscaron ejemplos de barreras y embarcaciones que sirven para la recolección de basura flotante, con el fin de realizar una propuesta para un sistema de recolección de basura flotante que permita la navegación en la Cuenca Baja del Guayas.

3.1.2 *Método Cualitativo*

El método de investigación cualitativa busca comprender la realidad a través de estrategias de obtención de información como la observación, la entrevista o el análisis documental, con esto, el investigador posee un papel clave, pues recurre al entorno en el que se desarrollan los fenómenos o problemas para realizar la investigación. Para mejorar el concepto, se utilizan las características de este método hechas por Taylor y Bodgan (1986), citados por Sánchez (2019), quienes describen a este método como “inductiva, desarrolla conceptos a partir de los datos y no a la inversa, en que

los datos permiten comprobar teorías” (párr. 4). Gracias a este concepto, se establece el uso de la investigación cualitativa en este Trabajo de Titulación, mediante la recopilación de información y distintos tipos de análisis de sistemas de recolección de basura flotante a nivel mundial, para realizar la propuesta en la Cuenca Baja del Guayas.

3.1.3 Investigación Explicativa

Esta investigación ha sido explicativa, debido a que se realizó mediante una propuesta de hipótesis, la que fue realizada con diseños esquemáticos no experimentales, para concluir con la factibilidad de la propuesta ejecutada, la que puede contribuir, de forma positiva, a la flora y fauna de la isla Puná.

Es un nivel más complejo, más profundo y riguroso de la investigación básica, cuyo objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas; el descubrimiento de nuevas leyes científico-sociales, de nuevas micro teorías sociales que expliquen las relaciones causales de las propiedades o dimensiones de los hechos, eventos del sistema y de los procesos sociales. (Nieto, 2018, p. 3)

3.1.4 Método Inductivo – Deductivo

La aplicación del método inductivo – deductivo se realiza con base en dos tipos de procedimientos opuestos, estos son la deducción y la inducción. Según Dávila (2006), “la deducción permite establecer un vínculo de unión entre teoría y observación y permite deducir a partir de la teoría los fenómenos objeto de observación. La inducción conlleva a acumular conocimientos e informaciones aisladas” (p. 112).

Debido al complemento que tienen ambos procedimientos, se pudo obtener varios resultados que llevaron a tener una conclusión lógica mediante la búsqueda de diversos casos que sirvieron para comprobar una propuesta que se adapta a las necesidades locales, como la recolección de basura flotante para ríos que contaminan la isla Puná.

3.2 Sistemas de Recuperación de Basura Flotante

Alrededor de todo el mundo, los ríos se han vuelto la principal fuente transportadora de desechos orgánicos e inorgánicos para el océano. Según la organización *The Ocean Cleanup*, se estiman que alrededor de 1 000 ríos en todo el mundo son responsables del 80 % de las emisiones

globales de plásticos, las que varían entre 0,8 y 2,7 millones de toneladas métricas al año. Entre estos sistemas fluviales, se encuentran la ría Guayas y el Estero Salado, los que aportan, anualmente, una cantidad de 360 000 y 200 000 kg de basura plástica (Rodríguez, 2022).

Otro dato que la organización *The Ocean Cleanup* ha obtenido es el costo que el plástico marino tiene para la economía global; debido a la flotabilidad del plástico, las corrientes oceánicas se encargan de llevar este material a las costas de diversos países alrededor de todo el mundo, pues este plástico afecta al turismo, la pesca y la acuicultura, lo que deja un costo de entre 6 a 19 miles de millones de dólares.

Distintas organizaciones y entidades públicas alrededor del mundo han empezado con diversos planes para la creación de sistemas de recuperación de basura flotante, esto por el alarmante aumento de plástico en el mar, a esto se le suma el peligro que los microplásticos representan para la salud humana, debido al consumo de este material por la fauna marina.

3.3 Tipos de Sistemas de Recolección de Basura Flotante

Existen diversos sistemas de recolección de basura flotante alrededor del mundo, estos varían conforme con distintos factores como ubicación, profundidad, marea o velocidad de caudal. Uno de los sistemas más usados para contrarrestar la llegada de plástico hacia el mar son las barreras flotantes, estas se encargan de bloquear el paso del material plástico para ser recolectado y tratado a tiempo; estas barreras suelen ser distintas ya que dependen del volumen de plástico que se necesita retener, así como su ubicación, la que varía si es en el mar o en un río, lo que afecta al volumen y el tipo de material necesario para la barrera.

Las barreras contra basura flotante no son los únicos sistemas de recolección existentes en el mundo, pues en cuerpos de agua con flujos lentos como esteros o lagos se necesitan otro tipo de sistemas que puedan recolectar la basura flotante; este sistema consiste en la utilización de embarcaciones que se encargan de recolectar el plástico mediante una cinta transportadora que lleva este material a un contenedor de almacenamiento, para luego ser reciclado y tratado.

3.3.1 Embarcaciones Recolectoras de Basura Flotante

Estas embarcaciones tipo skimmer consisten en un barco hecho de acero inoxidable, este posee dos extremos en los que se encontrará un portón que servirá para darle el paso al material flotante recogido hacia su almacenamiento. El portón tendrá unas nervaduras y una estructura

longitudinal que se ajusta a los requisitos necesarios de recolección de basura y de mecánica hidráulica, lo que reducirá la resistencia y mejorará la eficiencia de la embarcación en su trabajo.

Figura 33

Embarcaciones tipo skimmer para recolección de material flotante



Nota. Tomado de *AWH1600 Mowing Boat*, por Relong Technology Ltd., s.f

La entrada de recolección de desechos está equipada en la proa de la embarcación, la que está dirigida hacia un tambor que llega a filtrar los residuos por su tamaño, así, se logran separar los plásticos de gran tamaño con los microplásticos. Estas embarcaciones pueden ajustar la profundidad de la entrada de recolección, para recoger el plástico que se encuentra por debajo de la línea de flotación por lo que mejora el rendimiento de este proceso.

3.3.2 Redes de Captación de Basura Flotante

Las redes de captación de basura flotante son una nueva necesidad para la gran cantidad de desechos plásticos que flotan en los diversos cuerpos de agua alrededor del mundo, estas consisten en un sistema conectado por una red a la que se le colocan diversos tipos de materiales que servirán para permitir la flotabilidad de esta e impedir el paso de la basura flotante para su pronta recuperación y tratamiento. Alrededor del mundo, las barreras de basura flotante y otros tipos de sistema de recolección de plásticos en el agua se han popularizado debido al alarmante aumento de los desechos plásticos en el mar y los ríos.

Figura 34

Barrera de basura flotante en el Océano Pacífico



Nota. Tomado de *Primer éxito de la barrera gigante de recogida de plásticos en el mar*, por Elcacho, 2019

3.4 Sistemas de Recolección de Basura Flotante Alrededor del Mundo

3.4.1 *Océano Pacífico*

Uno de los proyectos con mayor escala en el mundo sobre este tipo de barreras es la barrera contra basura flotante de la organización *The Ocean Cleanup*, esta barrera consiste en un gran flotador en forma de tubo que tiene una longitud aproximada de 600 m, así, recolecta los desechos flotantes del Océano Pacífico.

La organización *The Ocean Cleanup* fue creada por un estudiante holandés de 19 años llamado Boyan Slat, el que se propuso, junto a su compañía, reducir en un 50 % los residuos plásticos del Océano Pacífico durante los próximos 10 años; la barrera más grande de la organización, llamada “*System 001*”, fue desplegada en San Francisco, Estados Unidos y va a servir como prueba para para la expansión de más barreras en todos los océanos del mundo.

La barrera “*System 001*” tiene una longitud de 600 m y lleva sujeto al sistema de flotación un faldón de tela que sirve para capturar la basura plástica que se encuentra por debajo de la línea de flotación. La captación de los desechos plásticos flotantes depende de la acción del viento y las olas para desplazarse hacia la barrera contenedora, la que, según *The Ocean Cleanup*, está diseñada

para captar una gran cantidad de desechos, entre estos, trozos milimétricos y grandes piezas de plástico.

Figura 35

Barrera "System 01" en el Océano Pacífico



Nota. Tomado de *Primer éxito de la barrera gigante de recogida de plásticos en el mar*, por Elcacho, 2019

3.4.2 Panamá

Las barreras contra basura flotante también pueden ser utilizadas en ríos y estuarios. En Panamá, la organización Marea Verde utilizó una barrera en el río Matías Hernández, para evitar que la basura llegara hasta la costa, facilitando la recuperación de este material, pues se encuentra concentrado a una sola zona. El sistema de la barrera B.O.B consistía en un sistema de 250 pies y 16 pulgadas de diámetro, fue realizado por la marca Tuffboom; este sistema consiste en flotadores de polietileno resistentes a impactos y a la influencia de los rayos ultravioletas. Estos flotadores contaban con un canal interno que llevaba una cadena de acero grado 50 de 5.4 lbs/pie que servía para unir en cadena los flotadores y trabajar como un lastre (Diario Crítica, 2019).

Figura 36

Sistema de flotación Tuffboom con cadena de acero grado 50



Nota. Tomado de Marea Verde desvió varias toneladas de basura que iban directo a la playa de CDE, por Ruiz, 2019

B.O.B recibió su primera lluvia fuerte el 6 de abril de 2019, la cual trajo toneladas de basura que fueron recogidas en 470 bolsas jumbo. Hasta diciembre del mismo año se lograron recolectar más de 10,000 bolsas de basura, lo que equivale a más de 70 toneladas. (Marea Verde, s.f., párr. 3)

El volumen de basura transportada por el río era tan grande que se tuvieron que dar adecuaciones para mejorar el proceso de captura de basura en el río.

Figura 37

Barrera contra basura flotante en un río de Panamá



Nota. Tomado de *B.O.B Barrera de basura*, por Marea Verde, s.f

La operación de la barrera B.O.B terminó en el año 2020 en el mes de julio, la barrera estuvo recolectando basura por un año y medio, en lo que capturó más de 100 toneladas que hubieran terminado en la costa y en el mar. Aun así, la organización Marea Verde, en octubre del 2019, realizó un estudio de los tipos de desechos recuperados por medio de la barrera B.O.B.

En octubre de 2019 Marea Verde concluyó el estudio “Caracterización de la descarga de macro-plásticos y otros residuos sólidos flotantes post-consumo en la Bahía de Panamá por el Río Matías Hernández” (...) Durante el estudio se analizaron 26 fracciones en 50 muestras sacadas del BOB, con un peso total de 238.2 kg. En las siguientes gráficas se puede observar que los residuos sólidos flotantes más capturados por la barrera fueron las botellas plásticas de PET (Tereftalato de polietileno) con el 29.5% del peso total, seguidas de los envases desechables de polietileno expandido (EPS), popularmente mal llamados “foam”, con el 17.2%. (Marea Verde, s.f., párr. 7-9)

Figura 38*Caracterización de residuos sólidos flotantes captados en el BOB*

Ranking	Materiales	Peso Kg.	%	% Acumulado
1	Tereftalato de polietileno (PET)	35.24	22.2%	22.2%
2	Polietileno expandido (EPS)	33.32	21.0%	43.2%
3	Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)	10.89	6.9%	50.0%
4	Textiles	10.11	6.4%	56.4%
5	Polietileno de alta densidad (HDPE)	9.98	6.3%	62.7%
6	Restos de poda	9.15	5.8%	68.4%
7	Film estirable transparente	6.10	3.8%	72.3%
8	Policloruro de vinilo (PVC)	6.01	3.8%	76.1%
9	Polipropileno (PP)	5.51	3.5%	79.5%
10	Metales ferrosos	5.00	3.1%	82.7%
11	Film estirable de color	4.90	3.1%	85.8%
12	Vidrio	4.70	3.0%	88.7%
13	Tetrapack	4.17	2.6%	91.4%
14	Restos de material no clasificable	4.15	2.6%	94.0%
15	Metales no ferrosos	2.75	1.7%	95.7%
16	Poliuretano (PU)	2.02	1.3%	97.0%
17	Cartón	1.70	1.1%	98.0%
18	Polimetilmetacrilato (PMMA)	0.80	0.5%	98.5%
19	Celulosa	0.70	0.4%	99.0%
20	Elastómero termoplástico (TPE)	0.50	0.3%	99.3%
21	Laminado complejo	0.40	0.3%	99.6%
22	Restos de construcción	0.30	0.2%	99.7%
23	Papel impreso	0.20	0.1%	99.9%
24	Piedra	0.20	0.1%	100.0%
25	Materia orgánica	0.01	0.0%	100.0%
26	Madera	0.00	0.0%	100.0%
Total		158.81	100.0%	

Nota. Tomado de *B.O.B Barrera de basura*, por Marea Verde, s.f

Según la caracterización de los residuos captados por la barrera flotante B.O.B, los plásticos más comunes fueron las botellas plásticas tipo PET con el 22 %, seguido de los envases hechos de polietileno expandido (EPS) que, en su mayoría, suelen ser desechables. Los envases

post consumo tipo PET fueron aquellos que registraron un mayor peso en comparación con los demás materiales captados (Diario Crítica, 2019).

3.4.3 República Dominicana, Vietnam y Malasia

The Ocean Cleanup no solo se encarga de capturar la basura flotante que se encuentra en el mar, sino de la limpieza de varios ríos alrededor del mundo, entre estos, el río Ozama en República Dominicana, el río Can Tho en Vietnam y el río Klang en Malasia.

El sistema que se utiliza para limpieza de estos cuerpos de agua se llama “El Interceptor” y es una de las primeras tecnologías presentadas por la organización *The Ocean Cleanup* que se dedica a la limpieza de ríos; este sistema fue presentado en octubre del 2019 y permite la captación de desechos flotantes de forma autónoma, mediante el uso de energía solar al 100 %.

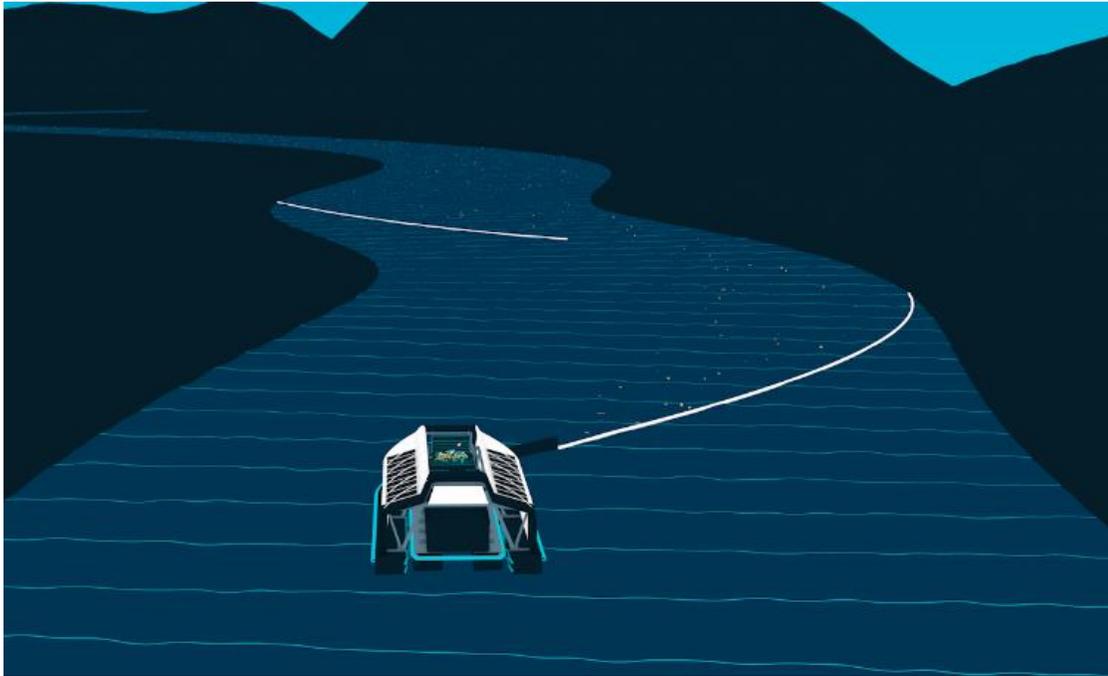
Figura 39

Interceptor en el río Ozama, República Dominicana



Figura 40

Funcionamiento del sistema Interceptor



Nota. Tomado de *Interceptor*, por The Ocean Cleanup, s.f

*Las líneas blancas representan las barreras.

El funcionamiento de este sistema depende de la corriente del río, esto influye en el movimiento de los desechos que, debido a su flotabilidad, se encuentran con la barrera para luego ser guiados a la cinta transportadora de la estación fija. La cinta transportadora de la estación se encarga de sacar los desechos flotantes del agua de los ríos y los entrega al transbordador. El transbordador se encarga de distribuir, automáticamente, los desechos sacados del río en distintos contenedores de basura mediante la utilización de sensores, estos contenedores se llenan por igual hasta alcanzar su máxima capacidad. Estos contenedores llegan a acumular hasta 50 m³ de basura, lo que significa que pueden trabajar, de forma eficaz, en los ríos más contaminados alrededor del mundo.

El Interceptor tiene un diseño que puede ser escalable en los ríos más contaminados del mundo y, a pesar de que utiliza energía solar para su funcionamiento, estos dispositivos se

encuentran conectados a internet, esto permite la recopilación de datos acerca del rendimiento y la captación de residuos flotantes, asimismo, permite la comunicación con operadores locales notificándolos cuando los contenedores se encuentren llenos.

Según datos obtenidos por la organización *The Ocean Cleanup*, estos interceptores de basura han capturado una cantidad de más de 1 000 000 de kg de basura en los ríos que se encuentran trabajando, a su vez este sistema trabaja de forma constante las 24 horas al día y siete veces a la semana.

Capítulo IV. Propuesta de Sistema de Recuperación de Basura Flotante para los Ríos que Contaminan la Isla Puná

4.1 Propuesta

La metodología utilizada para el diseño de esta propuesta está sujeta a las necesidades existentes de las distintas comunidades que se encuentran junto a los diferentes ríos que conforman la Cuenca Baja del Guayas, con el propósito de realizar un sistema de recolección de desechos flotantes mediante la implementación de la economía circular a través de varias Cooperativas encargadas de la captación, la clasificación y la venta de los desechos flotantes en los diversos ríos de la Cuenca Baja del Guayas.

La limpieza de los desechos flotantes reducirá la cantidad de basura que llega a la isla Puná, esto mejorará la calidad de vida de los habitantes, por medio de la llegada de turistas a la zona, los que impulsarán un mejoramiento de la economía de los locales, esto gracias a los ecosistemas limpios que embellecerán la isla y la ubicarán como una zona turística importante para el país.

Se realizó el diseño esquemático de un sistema de recolección de basura flotante mediante el uso de una barrera flotante que permita la navegación de grandes y pequeñas embarcaciones. Para la presentación de este Trabajo de Titulación, este sistema de recolección de basura flotante será ubicado en el río Yaguachi, en el que se realizará un estudio sobre la viabilidad y la rentabilidad de este sistema enfocándolo con la operación de una Cooperativa encargada de administrar los recursos obtenidos por la venta del material recolectado.

Figura 41

Río Yaguachi



Nota. Tomado de *Río Yaguachi*, por Portal Sapientiaes, s.f

Figura 42

Ubicación del río Yaguachi



Nota. Tomado de Google Earth Pro

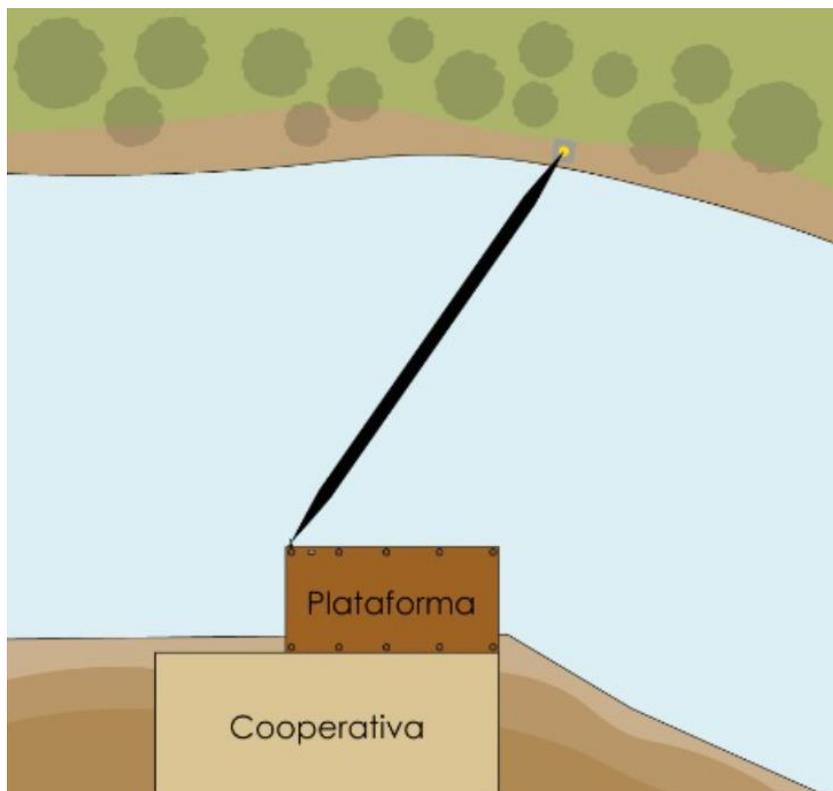
4.2 Cooperativa

Una Cooperativa es un modelo de empresa democrática y participativa que desde sus raíces en la primera mitad del siglo XIX se ha distinguido por la adecuación de sus acciones a unos principios de funcionamiento que, junto con los valores a los que aspira, conforman su identidad. (Martínez, 2016, p. 9)

La operación de la Cooperativa será posible mediante el funcionamiento de la infraestructura junto al trabajo de los empleados encargados de la remoción de los desechos captados por la barrera. Para el correcto funcionamiento de la Cooperativa, se necesitarán diversos requisitos en mano de obra e infraestructura.

Figura 43

Propuesta esquemática del sistema de recolección de basura flotante



4.2.1 Terreno

Para el funcionamiento de la Cooperativa, será necesario establecer las dimensiones y la ubicación del terreno, para realizar las actividades de recolección de desechos flotantes para su pronta clasificación y venta. El terreno deberá tener una dimensión de 80 m² aproximadamente, el que deberá tener cerramiento y seguridad.

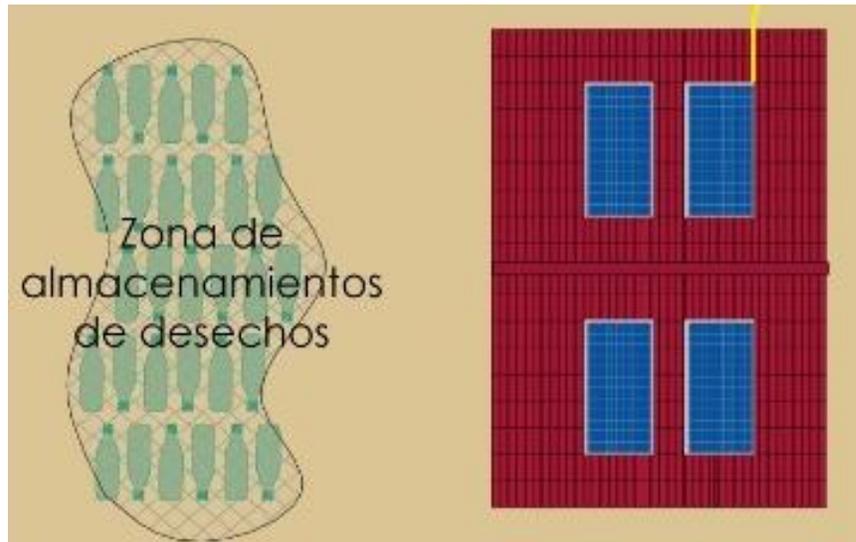
Dentro del terreno, se necesitará un área aproximada de 30 m² en la que se ubicará un espacio techado donde se tendrán que colocar equipos, para pesar la cantidad de desechos recolectados. Estos equipos consistirán en báscula, prensa y equipo manual para el personal y materiales extras que permitan la protección del personal involucrado.

El almacenamiento de los desechos se realizará dentro del terreno en un área aproximada de 20 m², en la que el personal de la Cooperativa se dedicará a juntar los desechos captados por la

barrera para su futura clasificación y venta. Los desechos que no sean reciclables tendrán que ser separados, para luego ser entregados a los departamentos de aseo responsables del municipio local.

Figura 44

Vivienda y zona de almacenamiento en terreno



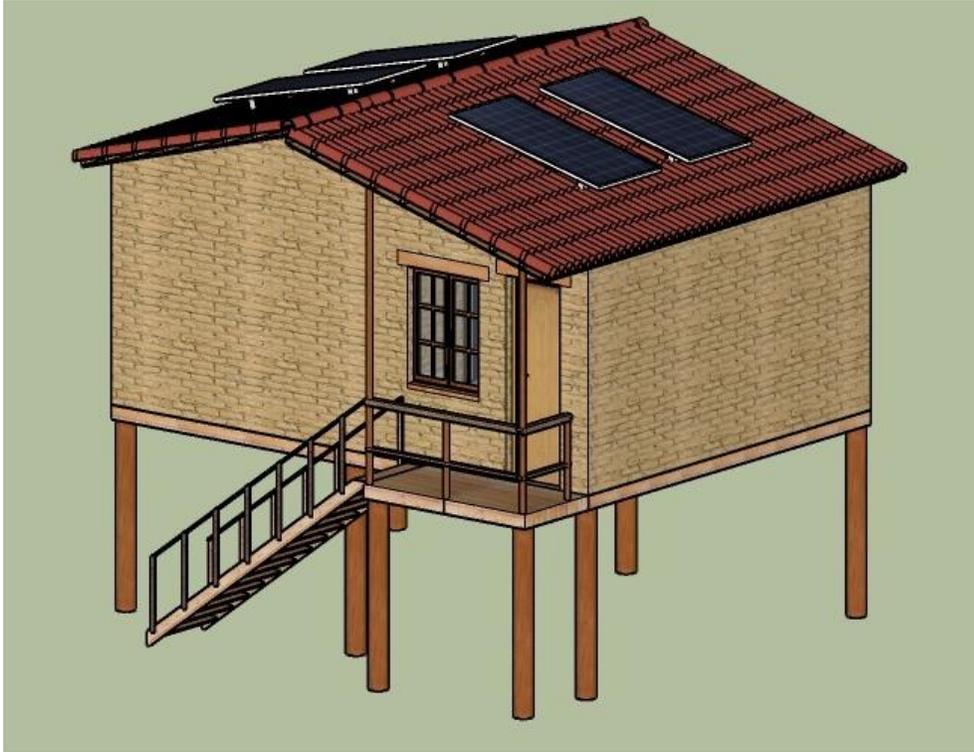
4.2.2 Área Techada

El área techada ubicada dentro del terreno de la Cooperativa tendrá la función de permitir el almacenamiento de los distintos equipos que se necesitarán para el correcto funcionamiento de la Cooperativa. Junto a esta área, estará la residencia para el personal encargado de la recolección de los desechos y de controlar el paso de las embarcaciones.

El área aproximada que se necesitará para el área techada será de 30 m², esta servirá para evitar el daño de los equipos y de los objetos que sean propiedad del personal, debido al aumento del caudal en el río y el posible desbordamiento de este. Con esto, se resguarda la seguridad del personal y se mantiene una arquitectura funcional compatible con los riesgos de inundación natural en la Cuenca Baja del Guayas.

Figura 45

Vivienda esquemática utilizada para la Cooperativa



4.2.3 Energía Solar

La vivienda y la barrera contra desechos flotantes necesitarán energía para su correcto funcionamiento, esta energía será proporcionada mediante el uso de paneles solares que se encontrarán en el techado de la vivienda. Asimismo, se utilizará energía solar para reducir la contaminación y evitar problemas de funcionamiento en zonas que no tengan energía eléctrica.

El almacenamiento de la energía producida por los paneles solares tendrá que ser almacenada en baterías solares capaces de poder almacenar energía fotovoltaica proveniente de la radiación solar. La batería solar deberá almacenar suficiente energía para iluminar la barrera flotante por la noche y permitir el uso de energía para el funcionamiento de la vivienda.

Figura 46

Panel solar de 125x125 mm



Nota. Tomado de Paneles Solares Fotovoltaicos, por Renovaenergía S.A., s.f

Figura 47

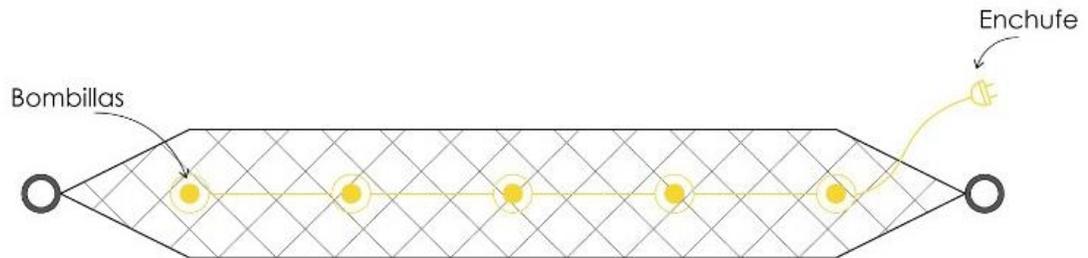
Batería solar de vida útil prolongada



Nota. Tomado de Baterías solares, por Proviento S.A., s.f

Figura 48

Sistema de iluminación encima de barrera flotante



4.3 Plataforma

Para facilitar la recolección de los desechos flotantes acumulados por la barrera, se necesitará la implementación de una plataforma flotante con un área aproximada de 20 m², la que necesitará palafitos para evitar que la corriente arrastre la plataforma aguas abajo. Para permitir la flotabilidad de la barrera, se utilizarán tanques vacíos de polietileno de alta densidad que servirán para que la plataforma se mantenga al mismo nivel que el río.

La navegabilidad del sistema de recolección de basura flotante será posible mediante el anclaje tipo gancho que tendrá la plataforma, el que servirá para anclar y desanclar la barrera flotante cuando sea necesario, lo que permitirá el paso de todo tipo de embarcaciones que cruzan por el río. El tomacorriente será utilizado también por la barrera flotante, la que tendrá un sistema de iluminación necesario para permitir la visibilidad de esta cuando sea de noche, con esto se evitará cualquier tipo de accidente para las embarcaciones.

Figura 49

Vista en corte esquemática de la plataforma propuesta

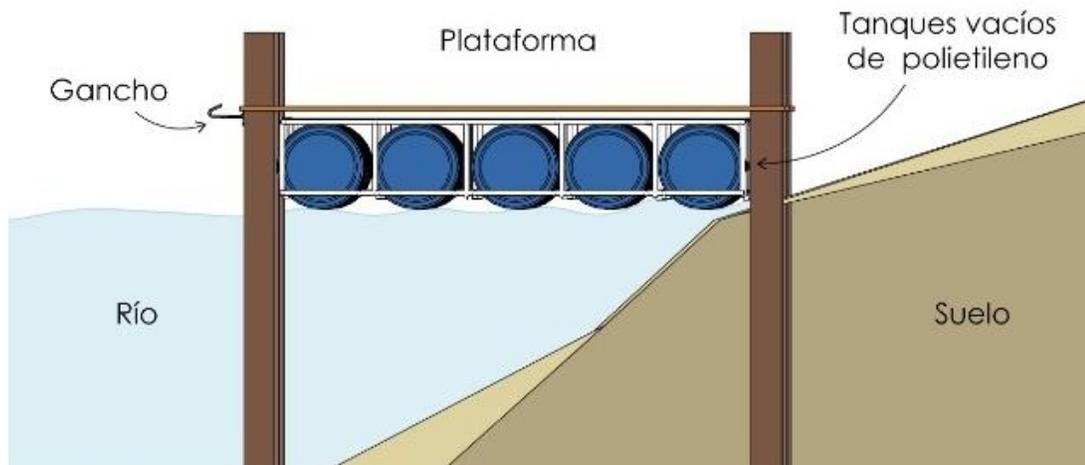
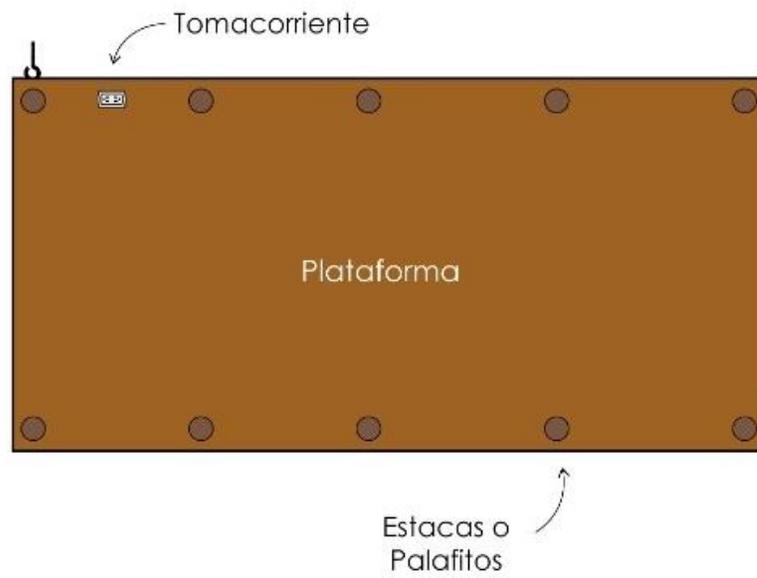


Figura 50

Vista superior esquemática de la plataforma propuesta



4.4 Barrera Flotante

La barrera flotante que se propone estará ubicada en el río Yaguachi, aguas abajo del cantón Yaguachi en la coordenada con latitud $2^{\circ} 5'5.25''S$ y longitud $79^{\circ}42'9.89''O$. La barrera cruzará el ancho del río con una longitud aproximada de 48 m y estará inclinada con un ángulo de 20° , para lograr que la basura flotante se orille en dirección de la plataforma, para proceder a la recolección y clasificación de esta.

Figura 51

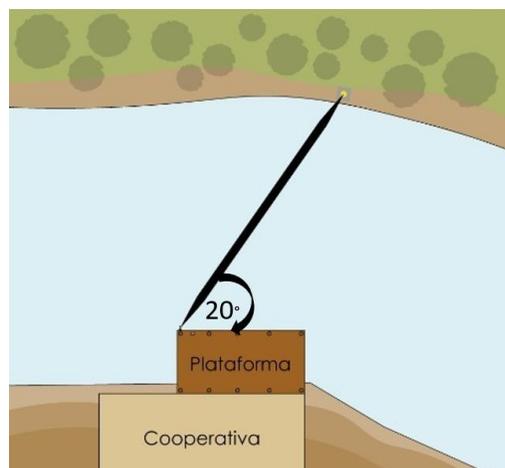
Ubicación de la Cooperativa



Nota. Tomado de Google Earth

Figura 52

Inclinación y esquema de barrera en Cooperativa



Para la construcción de la barrera, se utilizarán materiales como el nylon y las botellas de plástico, las que, al ser combinadas, permiten una flotabilidad constante a lo largo de la barrera y la captación de los desechos flotantes que llegan a la zona debido al flujo del río.

Figura 53

Ejemplo de barrera construida con botellas y nylon

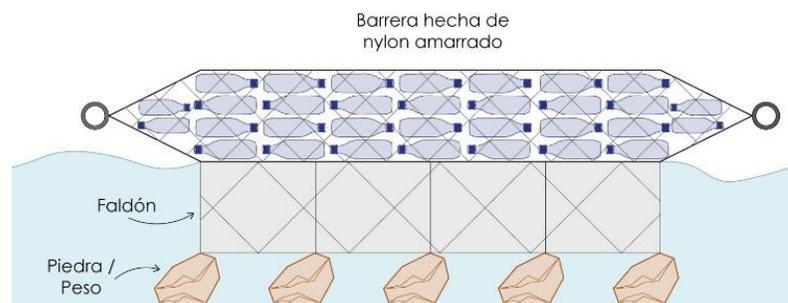


Nota. Tomado de Barrera de botellas de plástico, por Alamy Ltd., s.f

Para evitar que el plástico captado se escape por debajo de la barrera, se utilizará un faldón, este estará tejido con nylon y se le pondrá un peso para que pueda sostener al material que quiera pasar por debajo de la línea de flotación. Esto aumentará la cantidad de desechos captados por la red lo que mejorará el rendimiento de la Cooperativa.

Figura 54

Dibujo esquemático de barreras contra la basura flotante

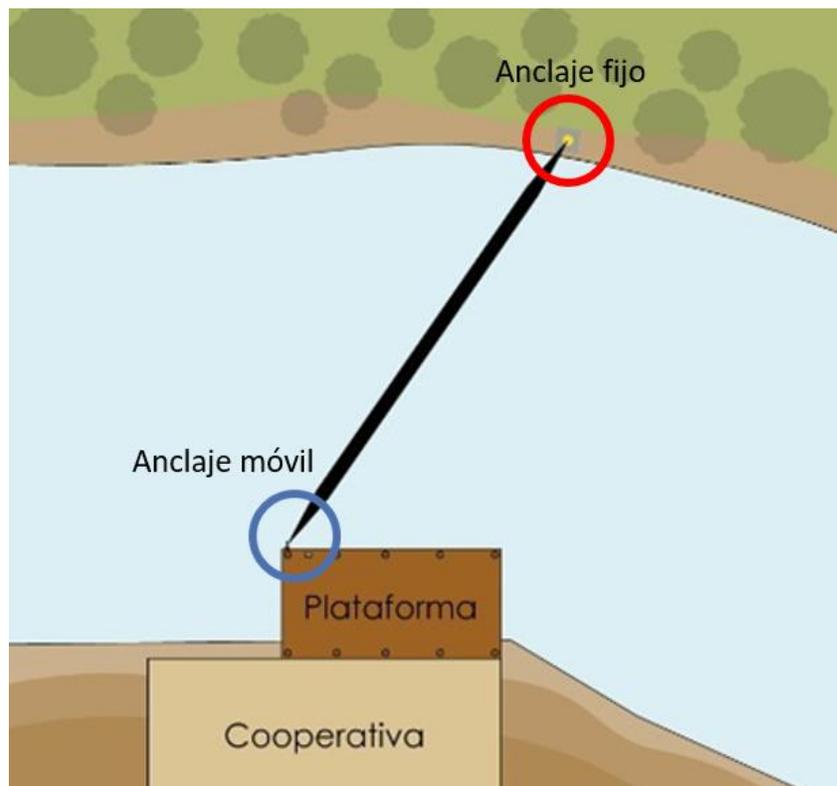


4.4.1 Anclajes

El funcionamiento de la barrera flotante dependerá de dos tipos de anclaje que tendrá a ambos extremos de esta; estos anclajes servirán para permitir la navegabilidad de las embarcaciones que cruzan por el río Yaguachi, lo que evita demoras o problemas que suelen generar pérdidas económicas para estas.

Figura 55

Anclajes en barrera flotante



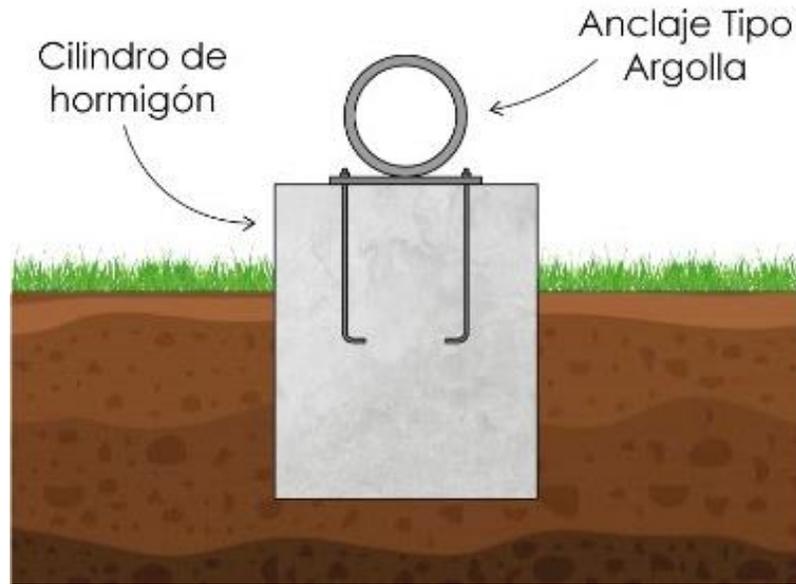
El anclaje móvil está detallado en la Figura 55, este consiste en un gancho que servirá para anclar y desanclar la barrera cuando sea necesario a lo largo del funcionamiento de la Cooperativa. El anclaje servirá para mantener asegurada la barrera en el extremo opuesto de la Cooperativa y evitará que sea arrastrada por la corriente del río aguas abajo.

Se utilizará como material principal para el anclaje fijo el hormigón y las varillas de acero, ambos materiales servirán para proporcionar un mejor funcionamiento para el anclaje fijo, este consiste en la ubicación de un bloque de hormigón por debajo del suelo, el que proporcionará un

mejor anclaje y resistencia a la fuerzas que la corriente del río generan sobre la barrera flotante, asimismo, se utilizarán varillas de acero dentro del bloque de hormigón, las que serán dobladas para generar una forma de argolla que permita unir la barrera con el bloque de hormigón

Figura 56

Propuesta esquemática de anclaje fijo



4.4.2 Funcionamiento de Barrera

La navegabilidad en el río Yaguachi para grandes y pequeñas embarcaciones se logrará mediante la aplicación de distintas etapas, en ellas, los trabajadores de la Cooperativa y la barrera flotante trabajarán en conjunto. A continuación, se explican las distintas etapas que permitirán la navegación y el funcionamiento de la barrera flotante al mismo tiempo.

La recolección constante de basura es un factor importante para la primera etapa, debido a que esta consiste en la recuperación de la basura flotante en un periodo que ronda las 12 horas, con esto, se evita que la basura flotante se acumule, excesivamente, en la barrera flotante. Esto servirá para evitar retrasos o inconvenientes en la fase de clasificación de la basura recolectada, la que se realizará de forma manual con el debido equipo de seguridad para los trabajadores de la Cooperativa.

Una vez terminado el proceso de recolección de basura flotante en el río Yaguachi, el personal de la Cooperativa tendrá que estar pendiente a la aproximación de embarcaciones a la barrera flotante, con esto se iniciará la segunda etapa, la que consiste en el desanclaje de la barrera en el lado de la Cooperativa cuando se aproxime una embarcación. La barrera se encontrará enganchada en la plataforma mediante un anclaje tipo gancho que permitirá, con facilidad, desanclar la barrera y que el mismo flujo del río arrastre la barrera hacia el otro extremo del río, para permitir el paso de la embarcación.

Figura 57

Segunda etapa del funcionamiento de la barrera flotante

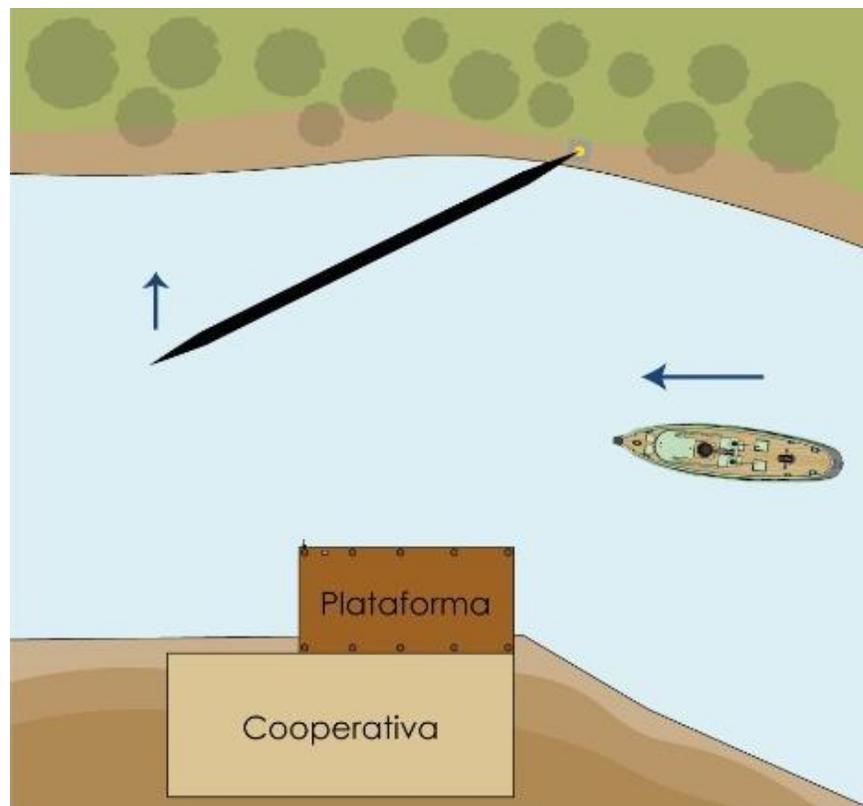
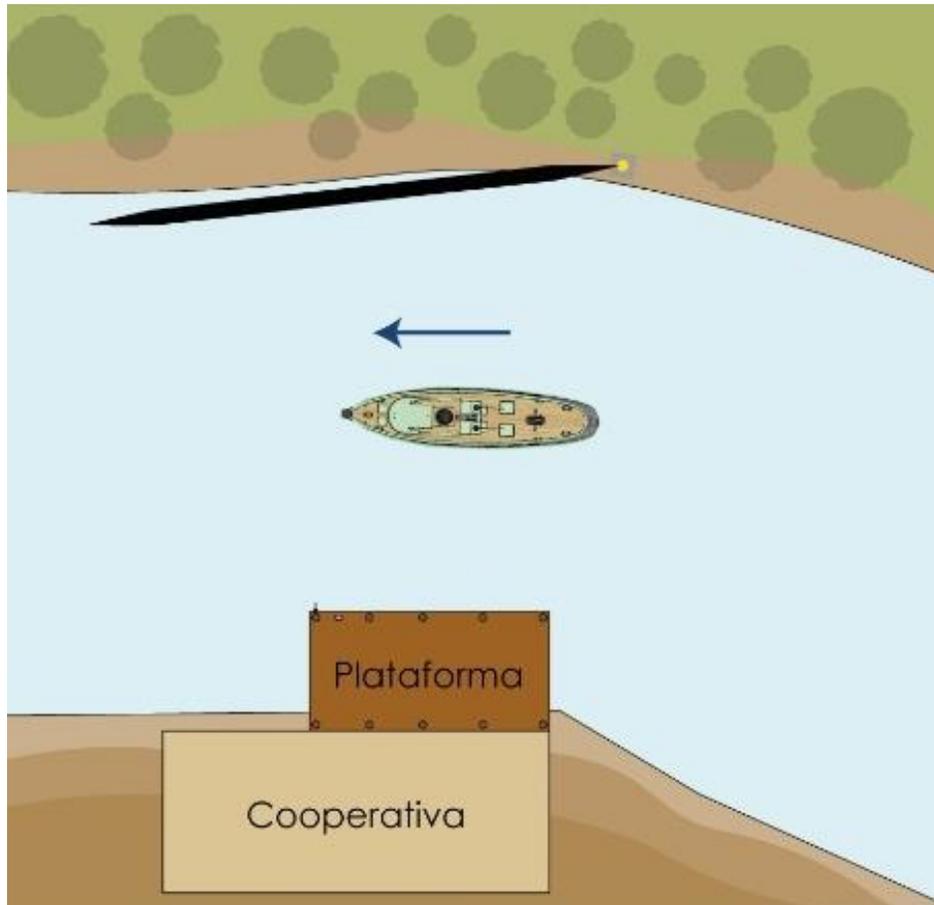


Figura 58

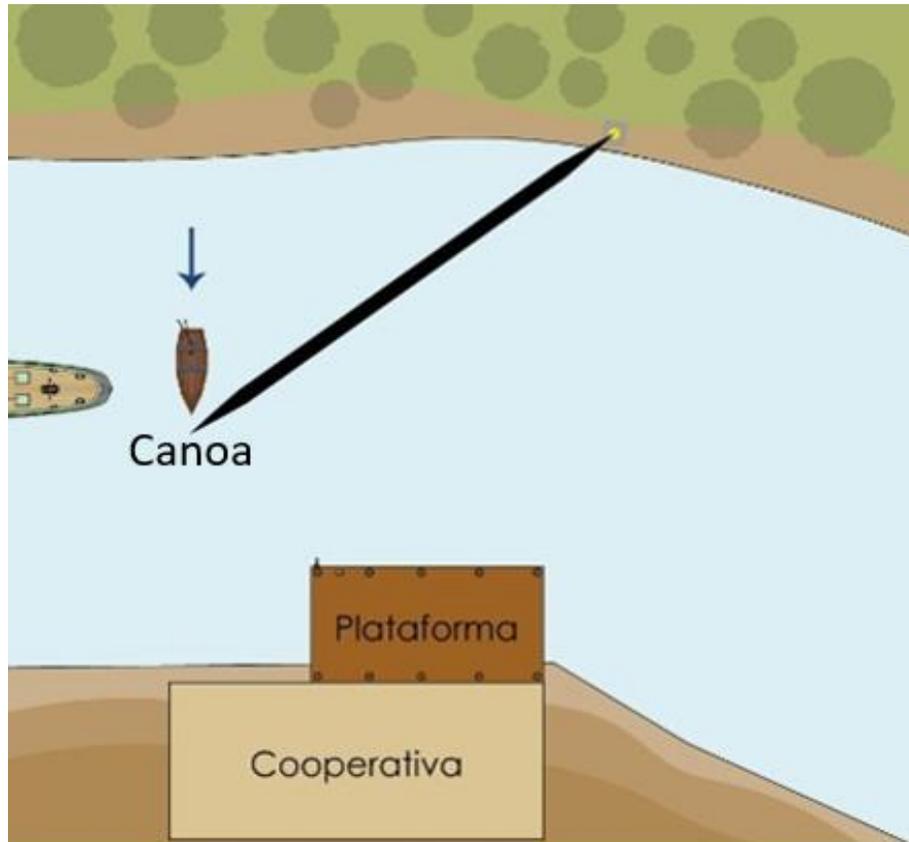
Paso de embarcación mediante el desanclaje de barrera flotante



La segunda etapa culminará con el paso de la embarcación fuera de la zona de trabajo de la Cooperativa, esto iniciará la tercera etapa que consiste en utilizar una pequeña embarcación tipo canoa que funcionará con el uso de remos y del personal de la Cooperativa, los que estarán encargados de acercarse al extremo desanclado de la barrera para llevarlo a su posición inicial en la plataforma; este proceso es cíclico, deberá repetirse cuando sea necesario a lo largo del funcionamiento de la Cooperativa.

Figura 59

Tercera etapa del funcionamiento de la barrera



4.5 Viabilidad de la Propuesta

La viabilidad es un análisis que se debe realizar en cualquier proyecto, para demostrar y garantizar que este sea técnicamente factible y justificable económicamente (KYOCERA Document Solutions España S.A., s.f). En el caso de esta propuesta, la viabilidad de este proyecto dependerá de la cantidad de basura recolectada de los sistemas hídricos en la Cuenca Baja del Guayas, la que, al ser vendida, generará un ingreso económico a la Cooperativa haciéndola rentable con la aplicación de los conceptos de la economía circular.

Para realizar el análisis de viabilidad del sistema de recolección de basura flotante, se tendrá que realizar un estudio acerca de los afluentes que tiene el río Yaguachi, con el fin de demostrar las comunidades y cantones que se encuentran al borde de estos sistemas hídricos; estos

se encargan de recolectar y enviar la basura que la población de estos cantones desecha a la zona de la Cooperativa para su clasificación y venta.

Con las comunidades y cantones establecidas en los bordes de los afluentes del río Yaguachi, se realizó un cuadro con la población total de estos lugares, con los datos del censo del año 2010 proporcionados por el INEC, así, se utilizará el factor de índice per cápita de generación de basura diaria, el que es de 1,07 kg al día según Solíz (2015); se realizó un cálculo del valor del material reciclable recolectado, el que, según el Diario El Universo (2019), tiene un valor estimado entre 60 a 65 centavos el kg.

Figura 60

Afluentes del río Yaguachi (Celeste): Río Milagro (Verde) y Río Chimbo (Rojo)



Nota. Tomado de Google Earth

Figura 61

Cantones y recintos en afluentes del río Yaguachi

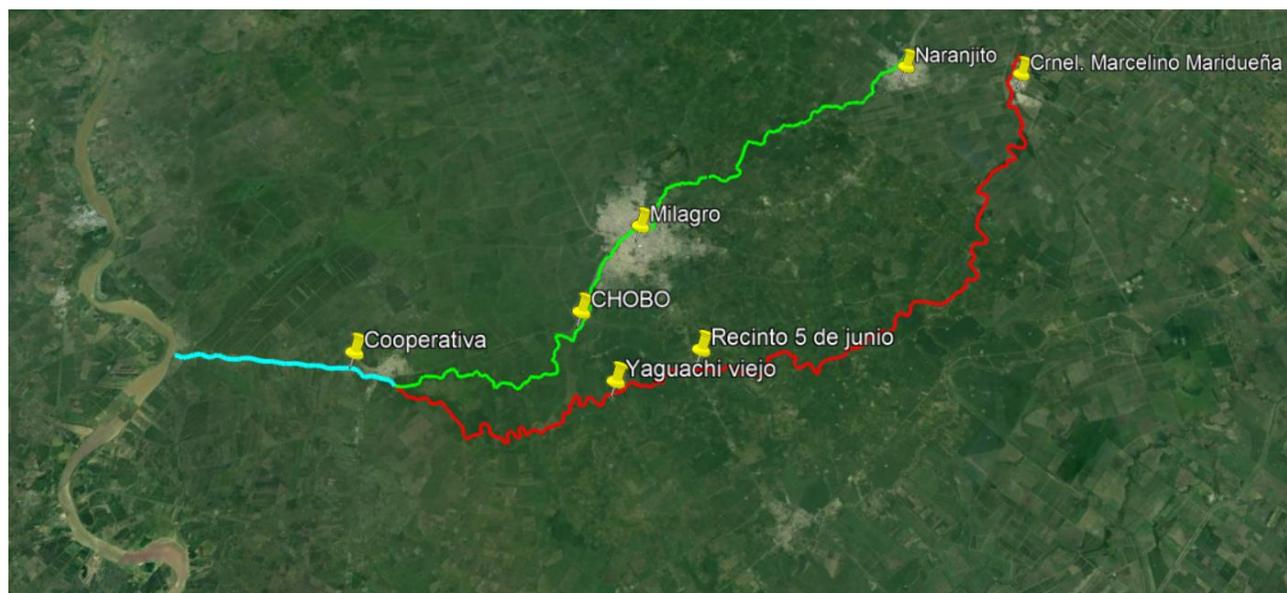


Figura 62

Viabilidad con base en la población y producción de desechos per cápita en río Yaguachi y sus afluentes

Cantones/Recintos	Poblacion	Produccion de basura diaria per capita (Kg)	Produccion de basura plastica (11,43%)	Valor de basura recolectada
Yaguachi	60,958	65225.06	7455.22	\$4,473.13
Milagro	166,634	178298.38	20379.50	\$12,227.70
Yaguachi Viejo	9,267	9915.69	1133.36	\$680.02
Recinto 5 de junio	516	552.12	63.11	\$37.86
CHOBO	5,421	5800.47	662.99	\$397.80
Naranjito	37,186	39789.02	4547.88	\$2,728.73
Crnel. Marcelino Maridueña	12,033	12875.31	1471.65	\$882.99
TOTAL	292,015	312,456	35713.73	\$21,428.24

Figura 64

Código con colores de división del sistema hídrico por ríos y sus afluentes en la Cuenca Baja del Guayas

	CODIGO	SUBCUENCAS
	01	Río Daule
	02	Río Vinces
	03	Río Macul
	04	Río Babahoyo
	05	Río Yaguachi
	06	Río Jujan
	07	Drenajes Menores

Nota. Tomado de *Cuencas río Guayas*, por Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo et al., s.f

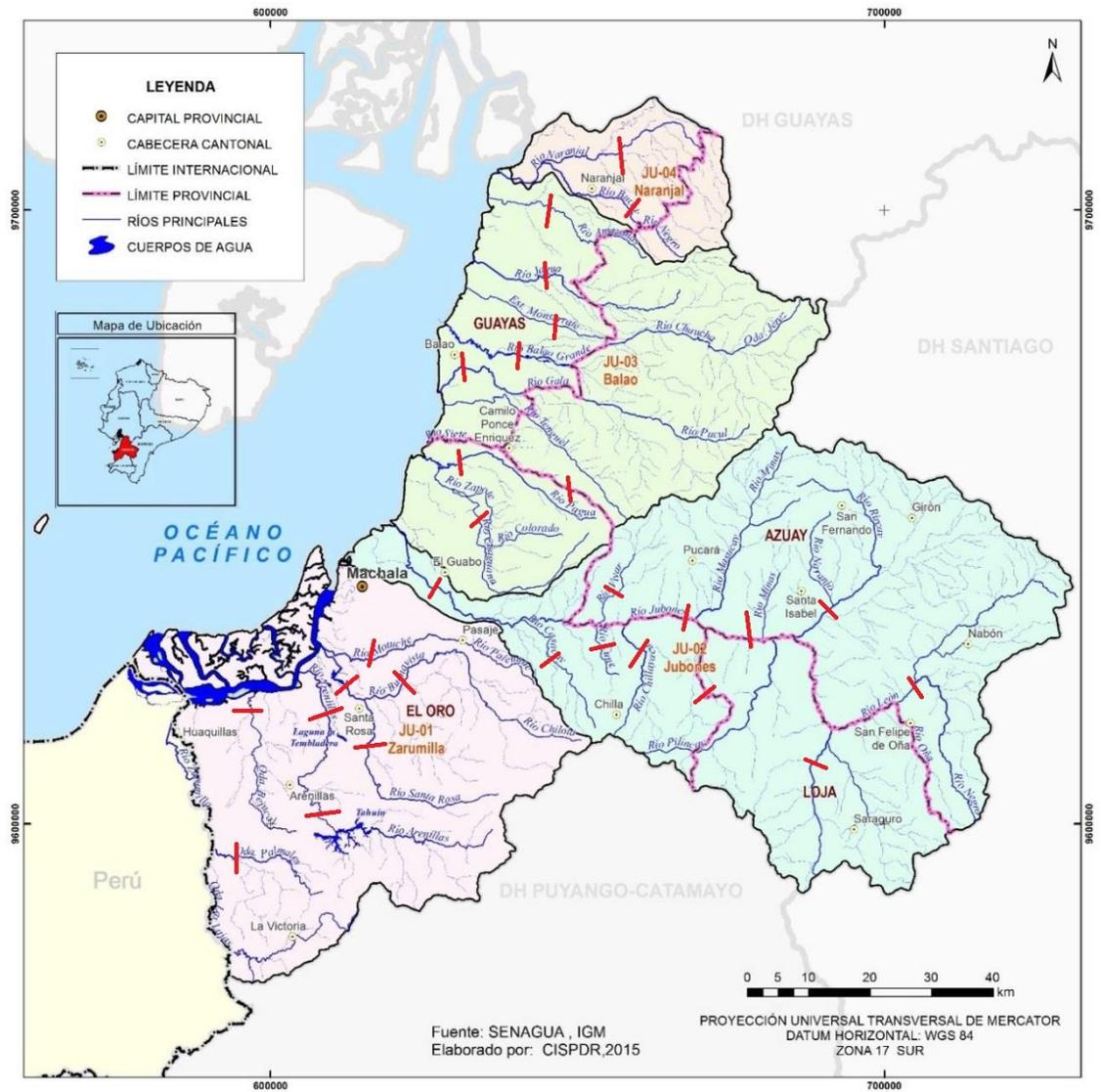
Figura 65

Número de barreras propuestas en la zona norte de la Cuenca Baja del Guayas

Cuenca baja del Guayas	
Rio	Barreras Flotantes
Daule	22
Vinces	11
Macul	1
Babahoyo	17
Yaguachi	7
Jujan	1
Total	59

Figura 66

Implantación de barreras flotantes en sistema hídrico de Guayas, Azuay y El Oro



Nota. Tomado de *Plan Hidráulico Regional*, por Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research , 2016

*Líneas rojas representan ubicación aproximada de barreras.

Figura 67

Número de barreras en la zona sur de la Cuenca Baja del Guayas

Barreras fuera de la cuenca baja del Guayas	
Provincia	Barreras Flotantes
Guayas	10
Azuay	10
El Oro	8
Total	28

Figura 68

Alcance del sistema de recuperación de basura flotante para los ríos que contaminan la isla de Puná



Nota. Tomado de Ecosistema Guayas (Ecuador). Medio ambiente y Sostenibilidad, por Montaña y Sanfeliu, 2008

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

Fueron evaluados los sistemas de barreras contra basuras implantados a nivel global y se analizaron dos casos donde se implantó una barrera contra basuras en cuerpos hídricos y se comparó su eficiencia y la viabilidad de esta solución, para el caso de la Cuenca Baja del Guayas.

Se propone un modelo de barrera contra basuras adaptado a los ecosistemas de la Cuenca Baja del Guayas, en el que se incluyó las principales directrices y estrategias teóricas en el diseño a nivel esquemático de una barrera contra basuras - piloto, para la Cuenca Baja de Guayas, que no interrumpa la navegación. El análisis realizado en la propuesta del sistema de recuperación de basura flotante en el río Yaguachi demuestra que el proyecto presenta rentabilidad y viabilidad. Se obtuvo que es posible conseguir una cantidad aproximada de \$ 22 000 por la venta de basura flotante.

Se propone un sistema de operación del proceso de remoción y reciclaje de los residuos flotantes, para transformarlos en una actividad generadora de empleo para la población local, donde se incluyeron actividades de sensibilización en la sociedad, sobre el problema de la basura en los ríos y sus impactos socio ambientales. El sistema propuesto tiene la ventaja de ser un sistema fácilmente adaptable y escalable a los distintos ríos que transportan la basura hacia la isla Puná, lo que provocaría una reducción significativa de desechos flotantes para la isla y sus habitantes.

El presente estudio prevé la posibilidad de realizar un sistema de recolección de basura flotante que permita la navegación. Solo en la zona de estudio del río Yaguachi se pudo calcular que se generan 312 456 kg de basura diaria. Existen otros ríos que pueden recolectar desechos flotantes, para ello, se ha propone alrededor de 87 barreras flotantes en los sistemas hídricos, con el fin de mitigar los daños ambientales en la isla Puná provocados por los desechos que llegan desde el continente.

Referencias

- Alamy Ltd. (s.f). *Una barrera hecha de botellas de plástico recicladas encerradas en la red estirado a través de una vía navegable captura una gran cantidad de plástico botellas que otros.* <https://www.alamy.es/una-barrera-hecha-de-botellas-de-plastico-recicladas-encerradas-en-la-red-estirado-a-traves-de-una-via-navegable-captura-una-gran-cantidad-de-plastico-botellas-que-otros-image387334143.html>
- Alianza Basura Cero Ecuador. (s.f). *Ecuador sigue importando miles de toneladas de desechos plásticos, sobre todo desde EE.UU.* <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.uasb.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Desechos-plasticos-Alianza-Basura-Cero-Ecuador-2022.pdf>
- Andrade, L. (2015). *El 48,7% de Guayaquil vive sin servicios básicos. En la última encuesta se determinó que el 12% de la ciudad usaba tanquero para tener agua en sus casas.* <http://radiocapital.ec/?p=2065>
- Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605.
- Arroyo, Y. (2020). *Análisis y estudio de las islas de basura oceánicas. [Tesis de Pregrado].* Universidad Politécnica de Cataluña.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. [Registro Oficial 449 de 20-oct-2008].
- Asamblea Nacional Constituyente. (2019). Ley Orgánica de Educación Superior (LOES). [Oficio No. T. 4454-SNJ-10-1512].
- Blog Envaselia. (s.f). *¿Qué es el polietileno de alta densidad?* <https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>
- Buteler, M. (2019). *¿Qué es la contaminación por plástico y por qué nos afecta a todos? esde la Patagonia. Difundiendo Saberes*, 16(28), 56-60.
- Changjiang Institute of Survey Planning Design and Research . (2016). *Plan Hidráulico Regional.*
- Coelho, F. (2021). *Significado de Investigación.* <https://www.significados.com/investigacion/#:~:text=Qu%C3%A9%20es%20Investigaci>

%C3%B3n%3A,%2C%20human%C3%ADstico%2C%20social%20o%20tecnol%C3%B3gico.

- Compte, F. (2018). Modernos sin modernidad. Arquitectura de Guayaquil 1930 - 1948. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 99-276. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi99.3965>
- Consejo Universitario de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (2019). *Estatuto de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ucsg.edu.ec/wp-content/uploads/transparencia/ESTATUTO_2019.pdf
- Dávila, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 180-205.
- Diario Crítica. (2019). *Barreras flotantes para sacar basura de los ríos*. <https://www.pressreader.com/panama/critica/20191029/281569472521495>
- Diario El Comercio. (2019). *Con mingas se busca mitigar el impacto de la basura en la isla Puná*. <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/mingas-limpieza-impacto-basura-puna.html>
- Diario El Comercio. (2022). *La quebrada Rumihurco ahora es un botadero de basura*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/quebrada-rumihurco-botadero-basura-quito.html>
- Diario El Telégrafo. (2018). *La basura en Estero Salado aumentó, según Cabildo de Guayaquil*. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/1/estero-salado-contaminacion-guayaquil>
- Diario El Universo. (2019). *Basura oceánica desespera en una playa de isla Puná*. <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2019/09/19/nota/7524613/basura-oceanica-desespera-playa-isla-puna/>
- Diario Primicias. (s.f). *Un tercio de hogares ecuatorianos no tiene acceso a servicios básicos*. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/servicios-basicos-hogares-ecuador-inec/>
- Dumont, J., Navarrete, E., y Martillo, C. (2010). *Proyecto: ríos y paleo-ríos en la Cuenca Baja del Guayas*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.

- Elcacho, J. (2019). *Primer éxito de la barrera gigante de recogida de plásticos en el mar*. Diario La Vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/natural/20191008/47868564200/primer-exito-barrera-gigante-recogida-basura-plastico-mar-oceano-boyan-slat.html>
- Fernández, C. (2020). *16 productos fabricados a partir del plástico reciclado de los océanos con los que reducir tu impacto en el medio ambiente*. <https://www.businessinsider.es/16-productos-sorprendentes-fabricados-plastico-oceanos-588759>
- Instituto Ciencias del Mar. (2021). *Estuarios*. <http://www.physocean.icm.csic.es/IntroOc/lecture12-es.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Censo de población*.
- Instituto Oceanográfico de la Armada. (2010). *Memoria Técnica de la comisión realizada en el área del Río Guayas sur*.
- Janett, M., y Maradiaga, R. (2015). *Técnicas de investigación documental*.
- KYOCERA Document Solutions España S.A. (s.f). *Análisis de la viabilidad de un proyecto* . <https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/insights-hub/articles/analisis-de-la-viabilidad-de-un-proyecto.html>
- La fundación del Agua. (2022). *Clasificación de los tipos de plásticos y su reciclaje*. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-de-plasticos/>
- Marea Verde. (s.f). *B.O.B. Barrera o basura*. <https://www.mareaverdepanama.org/proyecto-5>
- Martillo, J. (2006). *De baños curativos al Malecón del Salado*. Diario El Universo: <https://www.eluniverso.com/2006/05/30/0001/18/43D29C596CA549C0A4BFD1200BA692C1.html>
- Martínez, A. (2016). *La cooperativa y su identidad*. Dykinson.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador. (s.f). *Descontaminación del Estero Salado avanza en diferentes frentes de intervención*. <https://www.ambiente.gob.ec/descontaminacion-del-estero-salado-avanza-en-diferentes-frentes-de-intervencion/>
- Monserrate, B., y Medina, J. (2011). *Estudio de condiciones físicas, químicas y biológicas en la zona intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano. [Tesis de Pregrado]*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Montaño, M., y Sanfeliu, T. (2008). Ecosistema Guayas (Ecuador). Medio ambiente y Sostenibilidad. *Revista Tecnológica ESPOL*, 21(1), 1-6.

- Morán, S. (s.f). *Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260.000 toneladas al año en Ecuador*. <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-un-solo-uso-mas-260000-toneladas-al-ano-ecuador>
- Municipalidad de Guayaquil. (2017). *Análisis técnico*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Dragado/1\)%20PROYECTO%20APP%20DRAGADO/b\)%20CAPI%CC%81TULO%201%20PRESENTACIO%CC%81N%20DEL%20PROYECTO/a.2\)%20Ana%CC%81lisis%20Te%CC%81cnico.pdf](https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Dragado/1)%20PROYECTO%20APP%20DRAGADO/b)%20CAPI%CC%81TULO%201%20PRESENTACIO%CC%81N%20DEL%20PROYECTO/a.2)%20Ana%CC%81lisis%20Te%CC%81cnico.pdf)
- Nieto, N. (2018). *Tipos de investigación*. Universidad Santo Domingo de Guzmán: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *O nos divorciamos del plástico, o nos olvidamos del planeta*. <https://news.un.org/es/story/2018/06/1435111>
- Organización de las Naciones Unidas. (2019). *Los microplásticos en el pescado y los mariscos, ¿deberíamos preocuparnos?* <https://news.un.org/es/story/2019/07/1460041>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta*. <https://www.fao.org/news/story/es/item/1141818/icode/>
- Pinto, E. (2016). *El Niño, La Niña, ENSO, ENOS, El Niño Modoki, El Niño Canónico, El Niño Extraordinario, El Niño Godzilla, El Niño Costero, El Niño Oriental ¿En qué consisten realmente y cómo afectan al Ecuador?* <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/articulos/770-el-nino-la-nina-enso-enos-el-nino-modoki-el-nino-canonical-el-nino-extraordinario-el-nino-godzilla-el-nino-costero-el-nino-oriental-en-que-consisten-realmente-y-como-afectan-al-ecuador>
- Plásticos Ascaso S.L.U. (s.f). *¿Qué es el poliestireno?* <https://plasticosascaso.es/que-es-el-poliestireno/>
- Portal El Oficial. (2020). *Tritubot promueve el cambio en la construcción con bloques ecológicos*. <https://eloficial.ec/tritubot-promueve-el-cambio-en-la-construccion-con-bloques-ecologicos/>
- Portal Gestores de Residuos. (2020). *La clasificación de los plásticos*. <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-clasificacion-de-los-plasticos>

- Portal Sapientiaes. (s.f). *Río Chimbo*. <https://sapientiaes.com/rio-chimbo>
- Portal Sourcknowledge. (s.f). *Compuesto químico plástico*. <https://es.sourcknowledge.com/plastic-chemical-compound>
- Prefectura de Los Ríos. (2013). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- Proviento S.A. (s.f). *Baterías solares*. <https://proviento.com.ec/14-baterias-solares>
- Relong Technology Ltd. (s.f). *AWH1600 Mowing Boat*. https://www.relong-tech.com/product/awh1600_big_aquatic_weed_harvester
- Renovaenergía S.A. (s.f). *Paneles Solares Fotovoltaicos*. <https://www.renova-energia.com/productos/polycrystallinemodulemodelsgp-100p-36/>
- Reynaud, J., Witt, C., Pazmiño, A., y Gilces, E. (2018). Tide-dominated deltas in active margin basins: Insights from the Guayas estuary, Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Marine Geology*, 165-178. 10.1016/j.margeo.2018.06.002
- Rodríguez, A. (2003). *Estudio de impacto ambiental que la ciudad de Guayaquil ocasiona a la cabecera norte del Estero Salado. [Tesis de Doctorado]*. Universidad de Guayaquil.
- Rodríguez, H. (2022). *Interceptor: la nueva idea de The Ocean Cleanup contra el plástico*. https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/interceptor-nuevo-aliado-contra-plastico_14875#:~:text=De%20la%20investigaci%C3%B3n%20previa%20realizada,100%25%20alimentado%20por%20energ%C3%ADa%20solar.
- Rojas, D., y Rojas, M. (2019). *El Estero Salado en el desarrollo urbano de Guayaquil: crónicas de un recurso natural en decadencia*. XI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo.
- Romero, E. (2019). *'Mingas por el Mar', el trabajo voluntario de decenas de personas que cada fin de semana limpian las playas de Ecuador*. <https://actualidad.rt.com/actualidad/334466-limpieza-basura--mar-playas-ecuador-pacifico>
- Ruiz, A. (2019). *Marea Verde desvió varias toneladas de basura que iban directo a la playa de CDE*. <https://tucomunidad.com.pa/2019/04/marea-verde-desvio-varias-toneladas-de-basura-que-iban-directo-a-la-playa-de-cde/>
- Sánchez, A. (2019). *Conceptualización y características*. <https://angelsanchezives.blogspot.com/2019/03/conceptualizacion-y-caracteristicas.html>
- Sarria, R., y Gallo, J. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 8(1).

- Secretaría Nacional de Planificación del Ecuador. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/Plan-de-Creaci%C3%B3n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado_compressed.pdf
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo; Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos; Ministerio de Agricultura y Ganadería. (s.f). *Cuenca río Guayas*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/PAJAN/IEE/TEMATICA/CLIMA/SHP/CUENCA/DIVISION_HIDRO_CUENCA_G/MICROCUENCAS_HIDROGRAFICAS/PDF/MICROCUENCAS_CUENCA_GUAYAS.pdf
- Secretaría Nacional del Agua . (2009). *Problemática y conflictos sobre los recursos hídricos por efectos del cambio climático*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.utpl.edu.ec/obsa/wp-content/uploads/2012/09/1_ded-senagua_portadas.pdf
- Smith, M., Love, D., Rochman, C., y Neff, R. (2018). Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health. *Current Environmental Health Reports*, 5(3), 375–386. 10.1007/s40572-018-0206-z
- Solíz, T. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*(17), 4-28. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.17.2015.1259>
- Stevenson, M. (1981). *Seasonal variations in the Gulf of Guayaquil, a tropical estuary*. Instituto Nacional de Pesca.
- Tapia, J. (2012). *Modelización hidrológica de un área experimental en la cuenca del río guayas en la producción de caudales y sedimentos. [Tesis de Maestría]*. Universidad Nacional de La Plata.
- The Ocean Cleanup. (s.f). *Interceptor*. <https://theoceancleanup.com/rivers/>
- Twilley, R., Cárdenas, W., Rivera-Monroy, V., Espinoza, J., Suescum, R., Armijos, M., y otros. (2001). The Gulf of Guayaquil and the Guayas River Estuary, Ecuador. En U. Seeliger, y B. Kjerfve, *Coastal Marine Ecosystems of Latin America* (págs. 245–263).

- Vera, T. (2003). *Manejo ambiental integrado de la acuicultura del camarón en el golfo de Guayaquil apoyado en sistemas de información geográfica. [Tesis de Pregrado]*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Vethaak, A., y Legler, J. (2021). Microplastics and human health. *Science*, 672-674. 10.1126/science.abe5041
- Villarrubia-Gómez, P., Cornell, S., y Fabres, J. (2018). Marine plastic pollution as a planetary boundary threat – The drifting piece in the sustainability puzzle. *Marine Policy*, 96, 213-220. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.035>



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Naranjo Vélez, Diego Eduardo** con C.C: # **093050514-4** autor del Trabajo de Titulación: **Diseño del sistema de recuperación de basura flotante para ríos que contaminan la Isla Puná** previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido Trabajo de Titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido Trabajo de Titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 20 de septiembre de 2022

f. _____

Nombre: **Naranjo Vélez, Diego Eduardo**

C.C: **0930505144**



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Diseño del sistema de recuperación de basura flotante para ríos que contaminan la Isla Puná		
AUTOR(ES)	Naranjo Vélez, Diego Eduardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Colón Gilberto Martínez Rehpani, M.Sc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Ingeniería		
CARRERA:	Ingeniería Civil		
TITULO OBTENIDO:	Ingeniero Civil		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	20 de septiembre de 2022	No. DE PÁGINAS:	85
ÁREAS TEMÁTICAS:	Economía Circular, Preservación Del Medio Ambiente, Ingeniería Ambiental		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Cooperativa, Economía Circular, Basura Flotante, Micro Plásticos, Sistemas Hídricos, Cuenca Baja Del Guayas		
RESUMEN/ABSTRACT			
<p>La contaminación producida por el desecho de plástico a los sistemas hídricos se ha convertido en una problemática común en países alrededor del mundo, lo que ha impulsado proyectos que promueven, a través de sistemas de recuperación de basura flotante, la reducción del impacto ambiental producido por estos materiales que tienen un tiempo de degradación de 100 años y producen riesgos para la salud del ser humano, esto al descomponerse en microplásticos. Por ello, se realiza una propuesta de un sistema de recuperación de basura flotante para los ríos que contaminan la isla Puná, mediante el funcionamiento de una Cooperativa que trabaja con los conceptos de la economía circular, la que es escalable para los diversos ríos que se encuentran en la Cuenca Baja del Guayas, donde viven alrededor de 5.6 millones de habitantes que producen una cantidad aproximada de 6 000 000 de kg de basura diaria. La basura flotante es arrastrada por el flujo de los ríos que componen la Cuenca Baja del Guayas, esta se acumula y atraviesa varios cantones y recintos hasta llegar a la ría Guayas, donde es expulsada y llevada mediante el Golfo de Guayaquil hacia la isla Puná.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593998799285	E-mail: dnaranjo97@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Clara Catalina Glas Cevallos		
	Teléfono: +593-4-2206956		
	E-mail: clara.glas@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			