

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

TEMA

Eficiencia del “SEABIN” como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en el Terminal Portuario de Manta.

AUTORES

Cevallos Pilligua Tania Lucia

Merchán Quijije Angie Lisseth

TUTOR

Blgo. Ricardo Castillo Ruperti MSc.

MANTA-MANABI-ECUADOR

2019

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS DE GRADO

**Tesis presentada al H. Consejo Directivo de la Facultad Ciencias
Agropecuarias como requisito para obtener el título de:**

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES

Ing. Yessenia García Montes Mg, Sc.

DECANA DE LA FACULTAD

Biol. Ricardo Castillo Ruperti, Mg. Sc.

TUTOR DE TESIS

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Biol. David Mero Del Valle, M. Sc.

Ing. Luis Macías, Mg.

Biol. Carlos Chinga, Mg

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondientes declaran que han aprobado el proyecto de investigación denominado: **EFICIENCIA DEL “SEABIN” COMO SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS FLOTANTES EN EL MUELLE DE LA CIUDAD DE MANTA.** Que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por: por las estudiantes: Cevallos Pilligua Tania Lucia y Merchán Quijije Angie Lisseth, previa a la obtención del título de de Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS DE GRADO DEL TERCER NIVEL, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Biol. David Mero Del Valle, M. Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Macías, Mg.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Biol. Carlos Chinga, Mg
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Blgo. Ricardo Castillo Ruperti MSc. Certifica haber tutelado el proyecto de investigación denominado: Eficiencia del "SEABIN" como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en el muelle de la ciudad de Manta, que ha sido desarrollado por las estudiantes: Cevallos Pilligua Tania Lucia y Merchán Quijije Angie Lisseth, ambas de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo al REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE LA TESIS DE GRADO DEL TERCER NIVEL, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Blgo. Ricardo Castillo Ruperti MSc

C.C: 131192061-3

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Cevallos Pilligua Tania Lucia con C.I: 131474222-0 y Merchán Quijije Angie Lisseth con C.I: 131461747-1 certificamos que el presente proyecto de investigación titulado: “Eficiencia del SEABIN como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en el muelle de la ciudad de Manta”, es producto de nuestra labor investigativa dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores son referenciados debidamente en el texto de dicho trabajo.

Asi mismo, damos fe de que este trabajo es original e inedito.

En la ciudad de Manta, a los 6 dias del mes de febrero del dos mil diesinueve.

Cevallos Pilligua Tania Lucia

C.I: 131474222-0

Merchán Quijije Angie Lisseth

C.I: 131461747-1

DEDICATORIA

Un envase de plástico tarda 2 segundos en fabricarse, 30 minutos en usarse y más de 450 años en ser biodegradable.

Queremos dedicar este trabajo investigativo a la ciudadanía en general para que comprendan y hagan conciencia de que nuestro planeta está sufriendo grandes cambios y es hora de actuar, dedicamos también a mucha gente en lugares pequeños que se suman a la causa de cuidar nuestra madre naturaleza ya que haciendo cosas pequeñas podemos cambiar el mundo y sin duda alguna a todas las personas que han estado brindándonos su apoyo incondicional en cada una de las etapas vividas de nuestras vidas.

AGRADECIMIENTO.

La vida es un conjunto de retos y entre ellos se encuentra el camino de la Universidad, siendo Dios el actor principal de nuestras acciones brindándonos fuerza para para seguir adelante.

Agradezco infinitamente a mis padres por brindarme siempre su apoyo incondicional y enseñarme valores y principios a base de su ejemplo, a mi hermana Carmen Cevallos por ser mi guía, ejemplo e inspiración de mejorar día a día en este camino instructivo para la vida profesional y mostrándome que con fe, humildad y perseverancia puedo lograr mis objetivos planteados.

A nuestro tutor de tesis Bio. Ricardo Castillo, los docentes de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Ambiente y nuestro miembro del Tribunal que nos dedicaron su tiempo para convertirnos en personas profesionales formándonos con un carácter educativo y defendernos en nuestro ámbito profesional, a mi amiga, compañera y pareja de Tesis por el tiempo y las experiencias compartidas, al Terminal Portuario de Manta y el personal encargado del departamento de ambiente por la ayuda y paciencia brindada y permitirnos ingresar a sus instalaciones y así obtener los resultados para nuestro Trabajo Investigativo y de ultimo pero no menos importante a mis amigos y compañeros por hacer que cada día dentro de la Facultad sea una travesía llena de emociones compartiendo buenos y no tan bueno momentos.

Tania Cevallos Pilligua

AGRADECIMIENTO.

Agradezco a mi Padre Celestial por no dejarme caer y mantenerme firme, guiarme por el camino correcto para afrontar los obstáculos que se me presentaron en el transcurso de esta investigación.

Un profundo agradecimiento a dos seres que han compartido conmigo en estos últimos años, Stephanie mi motivación, sin duda el único regalo más hermoso y perfecto que recibiré en mi vida que me llamará mamá y mi esposo Steed Santos que gracias a su comprensión, paciencia, consejos y amor he podido conseguir lo que tanto anhelo.

A mis padres por inculcarnos a mis hermanos y a mí, reglas, valores y afecto que han sido fundamentales para alcanzar nuestras metas por más difícil que estas hayan sido, gracias por cada uno de sus esfuerzos que fueron esenciales para culminar cada uno de mis logros académicos porque sé que es la mejor herencia que podré obtener, papá, mamá siempre serán mi ejemplo a seguir.

Un agradecimiento especial a mi amiga y compañera de tesis por su ilimitado apoyo y por alentarme para culminar juntas esta meta.

Al tutor de tesis Blgo. Ricardo Castillo por ser el soporte y parte fundamental en esta investigación, a cada uno de los docentes de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Ambiente por los conocimientos adquiridos en las aulas de clases, al Terminal Portuario de Manta por permitir que realicemos los estudios respectivos de titulación. A las personas y amigos por proveerme de sabios consejos y estar conmigo en los buenos y malos momentos.

Angie Merchán Quijije

INDICE GENERAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL	1
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	2
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	4
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
AGRADECIMIENTO	7
INDICE GENERAL	8
RESUMEN	12
SUMARY	13
CAPÍTULO I	14
1.1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.2. HIPÓTESIS.....	26
1.3. OBJETIVOS.....	27
1.3.1. Objetivo General:	27
1.3.2. Objetivos Específicos:	27
CAPÍTULO II	28
2. MATERIALES Y METODO	28
2.1. Ubicación Geográfica	28
2.2. Metodología.....	29
CAPITULO III	35
3. RESULTADOS	35
3.1. CARACTERIZACION DE LA BASURA MARINA FLOTANTE.....	35
3.2. IDENTIFICACION DE LAS CORRIENTES MARINAS	36

3.3.	EFICIENCIA DEL SEABIN.....	37
4.	DISCUSIÓN	41
5.	CONCLUSIÓN	45
6.	RECOMENDACIONES	46
7.	BIBLIOGRAFÍA	48
8.	ANEXOS.....	53

Índice de tablas

Tabla 1: Nombres completos de los materiales de plástico convencionales. Plásticos (acrónimos, nombres completos y productos de plástico característico)	19
Tabla 2: Identificación específica de los recipientes de almacenamiento temporal de los residuos sólidos.	29
Tabla 3: Caracterización de los residuos sólidos flotantes. Volumen en kilogramos y promedios semanales.	30
Tabla 4: Caracterización de la basura marina flotante del Terminal Portuario de Manta.	35
Tabla 5: Comparación en relación de resultados de los métodos de recolección de desechos utilizados.	38
Tabla 6: Porcentaje Total de los tipos de residuos sólidos flotantes compartidos de los dispositivos Easy Catch y Seabin.	40

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Porcentaje total semanal de la caracterización de la Basura Marina Flotante.	36
Gráfico 2: Tendencias de la Basura Marina Flotante recolectada por el Seabin y el método convencional Easy Catch.	38

Índice de Figuras

Figura 1: Basura Marina por Tipos.....	18
Figura 2: Islas de Basura en los océanos.....	19
Figura 3: Problemas causados por los residuos plásticos.....	21
Figura 4: Diseño de Seabin Project.....	23
Figura 5: Terminal Portuario de Manta.....	28
Figura 6: Boya de medición.....	31
Figura 7: Estructura del Seabin con sus respectivas medidas.....	33
Figura 8: Dirección de corrientes marinas y lugar donde se colocaron los Seabin.	37

Índice de Anexos

Anexo 1: Recogiendo los residuos sólidos flotantes alrededor del muelle.....	53
Anexo 2: Basura marina flotante recolectada por el método convencional Easy Catch	53
Anexo 3: Caracterizando y pesando los residuos sólidos flotantes.	54
Anexo 4: Basura marina flotante depositada en el punto ecológico con la ayuda del supervisor ambiental.	54
Anexo 5: Retiro de la basura de los puntos ecológicos.	55
Anexo 6: Elaboración de la boya de deriva.	55
Anexo 7: Boya de deriva con el GPS.	56
Anexo 8: Boya de deriva desplazándose por varios puntos del Puerto.	56
Anexo 9: Puntos seleccionados de acuerdo a las coordnadas que brindaron las boyas de deriva con la accion del viento y las corrieentes marinas.....	56
Anexo 10: Colocación del Seabin en el muelle del patio 700 y muelle de los remolcadores.	57
Anexo 11: Seabin en funcionamiento.....	58
Anexo 12: Presencia de basura marina flotante en las instalaciones del Terminal Portuario de Manta.....	58
Anexo 13: Basura Recolectada por el Seabin.	59

RESUMEN

El siguiente trabajo investigativo abarca significativamente el estudio de la basura marina flotante que llega al Terminal Portuario de Manta que afecta directamente al medio marino, frente a esta problemática se creó un sistema de recolección de residuos sólidos flotantes llamado Seabin cuya eficiencia se evaluó con el método convencional Easy Catch utilizado actualmente para mitigar este reto ambiental. El estudio tuvo una duración de tres semanas, en la primer semana se realizó la caracterización de los diferentes tipos de residuos sólidos como se lo encuentra establecido en la norma NTE INEN 2841 posterior se identificó la dirección y velocidad de las corrientes marinas utilizando dos boyas de deriva para encontrar el lugar preciso donde se efectuó el estudio siendo estos el muelle del patio 700 y el muelle de los remolcadores, la segunda semana de recolectaron los desechos con el método convencional Easy Catch con un horario de 8 horas consecutivas, y de la misma manera se realizó la tercer semana con el sistema Seabin. Se obtuvo como resultado que el plástico y sus derivados son el contaminante principal con un 30%. El sistema Seabin como método de recolección de residuos sólidos flotantes logró recoger un total de 29,43 kg, en cuanto a la recolección obtenida por el método Easy catch fué de 20,51kg, por lo que se debe considerar como una medida de eliminación en cuanto a la presencia de la basura marina flotante en un periodo de tiempo al sistema tradicional utilizado.

SUMARY

The following research work significantly covers the study of floating marine litter that reaches the Manta Port Terminal that directly affects the marine environment. In response to this problem, a floating solid waste collection system called Seabin was created, whose efficiency was evaluated using the method Conventional Easy Catch currently used to mitigate this environmental challenge. The study lasted three weeks, in the first week the characterization of the different types of solid waste was carried out, as it is established in the NTE INEN 2841 standard. The direction and speed of the marine currents were identified using two buoys of it is derived to find the precise place where the study was made, being these the dock of the patio 700 and the dock of the tugboats, the second week of collecting the waste with the conventional method Easy Catch with a schedule of 8 consecutive hours, and of the same way was done the third week with the Seabin system. It was obtained as a result that plastic and its derivatives are the main pollutant with 30%. The Seabin system as a method of collection of floating solid waste managed to collect a total of 29.43 kg, in terms of the collection obtained by the Easy catch method was 20.51 kg, so it should be considered as a measure of elimination in Regarding the presence of floating marine garbage in a period of time to the traditional system used.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La contaminación marina ocasionada por plásticos, residuos y combustibles inunda las aguas de mares y océanos de todo el mundo siendo las mismas corrientes quienes la arrastran en un ciclo que los dispersa alrededor del globo (Derraik, 2002).

Un estudio elaborado por el Centro Nacional de Análisis y Síntesis Ecológico de la Universidad de California de EE.UU, determina que existe entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas métricas de residuos plásticos en el mar cada año, al mismo tiempo indica que la densidad media de basura plástica en el mar es de 8 millones de toneladas métricas, enfatizando así que si no existen reformas en la gestión de residuos, esta cantidad podría aumentar en el océano de 50 a 100 veces más para el 2025 (Muñoz, 2017).

Se considera que el 80% de los residuos marinos proviene de tierra, mientras que el 20% restante de la actividad marítima, considerado así como fuentes de origen terrestre la basura proveniente de arrastres de aguas sin depurar, vertederos ubicados en la costa o transportado por agua fluviales, basura abandonada por la población y turistas, así mismo los desechos generados por vertidos directos al mar encontramos las de embarcaciones (mercantes, ferríes, cruceros, embarcaciones deportivas, barcos pesqueros) compuesto por mezclas oleosas, aguas sucias y residuos de carga (Cabezas, 2015).

La WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) en Ecuador manifiesta que no existen suficientes estudios y análisis para obtener una idea clara de la situación actual de contaminación por plásticos en el país. “Hay que considerar que la contaminación de plásticos no es igual en todas partes, pues existen acumulaciones en tierra, costa y mar” (Ibarra, 2017).

En las últimas décadas, el crecimiento de la población global unido a hábitos consumistas generalizados han ocasionado un notable aumento del volumen de basuras generadas en los puertos del mundo (CONAMA, 2016). El hecho es que las basuras se mueven por el mar arrastrado por las corrientes y, debido a su alta persistencia, pueden aparecer en lugares muy lejanos de los que fueron vertidos inicialmente (GREENPEACE, 2005).

Los plásticos vuelven a ser los residuos más numerosos en los Puertos, con más del 63,98% del total recogido, seguidos a gran distancia por la maderas con un 25,01%. El mes con más basura recogida en 2017 fue mayo, con 1.120 t en un solo mes, seguido de diciembre, con 1100 t (Segado, 2018).

En cuanto a basuras flotantes, una investigación realizada en el mar de Alborán desde el buque Sirius de Greenpeace determinó que el número de objetos flotantes por Km² oscilaba entre los 23,8 y los 132,9, siendo las zonas cercanas a la costa las que acumulaban mayor número de basuras flotantes y las zonas de alta mar las de menor densidad de basuras. Hay que tener en cuenta que dicho estudio sólo cuantificó los residuos flotantes en superficie, y no aquellos que, al estar en suspensión no eran visibles desde la superficie (GREENPEACE, 2005).

En el Terminal Portuario de Manta la recolección de residuos la realiza el responsable ambiental, con la ayuda de una lancha se moviliza recogiendo todos los desechos sólidos flotantes que se generan alrededor de los muelles utilizando constantemente el método convencional por medio de la malla Easy Catch para mitigar el impacto en el medio marino (Barreiro & Larrea, 2018).

Nuestra capacidad para gestionar adecuadamente este flujo de basuras flotante se ve en ocasiones desbordada, y parte de los residuos que generamos son liberados accidental o intencionadamente en los muelles formando enormes continentes artificiales de basura y plásticos que ponen en grave peligro la vida marina debido en parte a que algunos residuos se componen de materiales

sintéticos con velocidades de degradación natural extremadamente bajas (Sierra, 2018).

SeaBin Project ha sido creado por Andrew Turton y Peter Ceglinski, quienes tuvieron la idea en el año 2015 y cuyo prototipo fue presentado a finales del 2016 en Mallorca. Los promotores esperan que este dispositivo de recogida de residuos pueda ser instalado a gran escala y contribuir así a la reducción de la contaminación de mares y océanos de todo el mundo (Berraz, 2017).

De acuerdo con el Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas la basura marina es cualquier material manufacturado o procesado sólido y persistente, eliminado o abandonado en la costa o en el mar de manera directa o indirecta quedando en proceso de flotación generando así problemas a la salud, medio ambiente y el transporte marítimo (Barón *et al.*, 2016).

Se estima que los desechos en el mar están repartidos de la siguiente manera: alrededor del 15% de basura marina flotante, 15% se encuentra en columnas de agua y el 70% se localiza en el fondo marino, este porcentaje de basura marina flotante representa un total de 5,25 millones de partículas de plásticos, es decir 268.940 toneladas de peso total (OMI, 2017).

La basura marina se clasifica en fuentes terrestres y marinas (ACOREMA, 2016).

Fuentes Terrestres: compuestos por la gestión inadecuada de los desperdicios que se generan en actividades que se realizan cerca de la orilla del mar como: acampar, ir a la playa, pescar, eventos deportivos, festivales culturales, turismo y comercio, llegando hasta el mar por acción de viento y la marea. Así mismo actividades en las zonas urbanas y rurales cercanas a la costa, que no almacenan la basura adecuadamente en contenedores que terminan en el mar al ser arrastrados por las aguas pluviales, sistemas de desagües, entre otros (Pérez, 2017).

Fuentes Marinas: generado por las embarcaciones tales como buques de carga, militares y de investigación, barcos de pesca industrial, de turismo y de recreo, botes de pesca artesanal, yates, veleros, entre otros, cuando se encuentran a bordo o fondeados vierten desechos al mar, entre los más comunes se encuentran objetos de aseo personal, residuos de comida y de la misma manera equipos y materiales de mantenimiento de embarcaciones; además las instalaciones que se encuentran ubicadas en el mar generan un gran porcentaje de basura marina debido a su mala práctica de disposición de desechos (Pérez, 2017).

(Roig, 2008) Para conocer el abrumador volumen de desperdicios marinos es necesario conocer su origen, composición y caracterización, la cual se puede clasificar de la siguiente manera:

Desechos de alimentos: generados a partir de una mala gestión de residuos tanto en medio terrestre, así como los transportes marítimos.

Plásticos: convirtiéndose en el actor principal de la basura marina con un 82%, de las cuales se destacan plásticos de un solo uso equivalente al 49%, residuos plásticos por equipos de pesca el 27% y otros plásticos 6%. (figura 1)

Microplásticos: son pequeñas partículas de plástico que se encuentran en todo el medio marino, máximo a 5mm derivado de la desintegración de productos grandes exponiéndose a la luz solar, (Roig, 2008) indica que existe alrededor de 5 billones de microplásticos, equivalente a 270 mil toneladas flotando en los océanos.

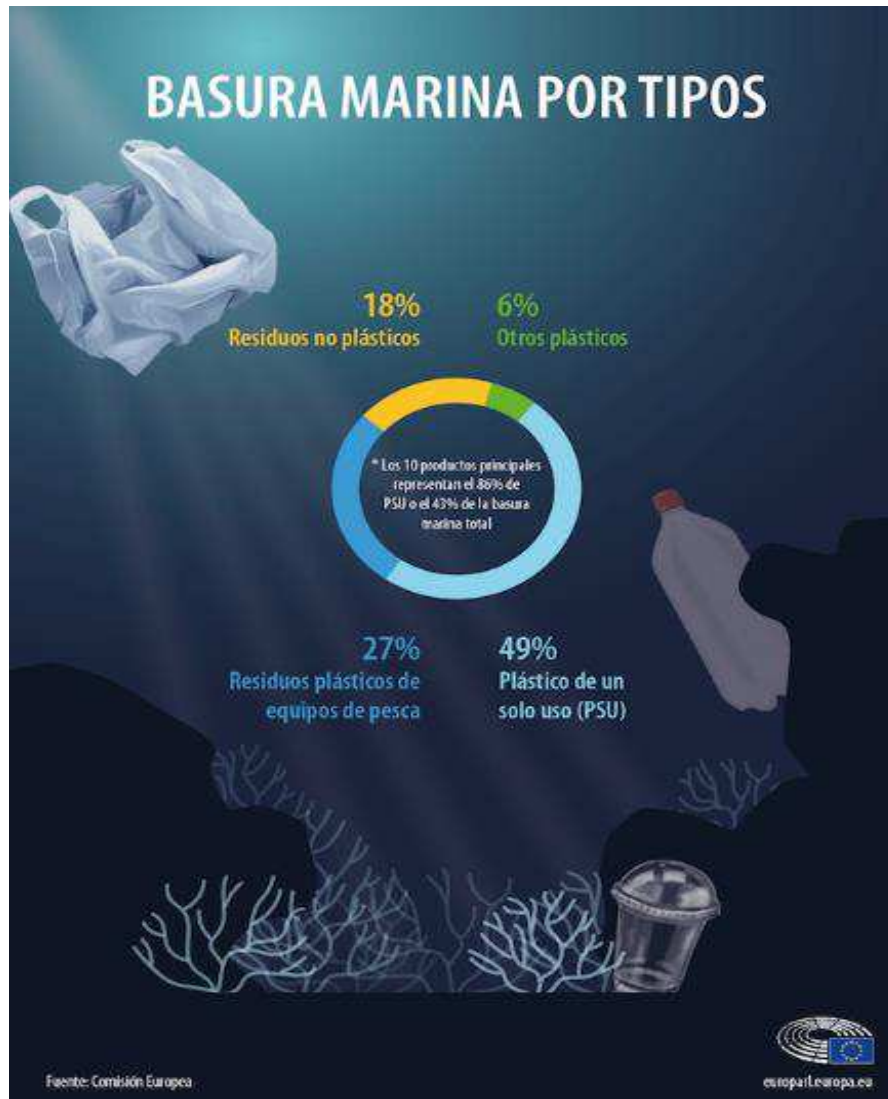


Figura 1: Basura Marina por Tipos.

Fuente EcoInteligencia

De acuerdo al informe de medio marino Ecologistas en acción menciona que los plásticos son polímeros originados por medios del petróleo en conjuntos con sustancias aditivas, dando como resultado propiedades requeridas en cuanto a la resistencias de temperatura, textura, brillo, etc., cabe recalcar que las combinaciones de estos compuestos generan una gran variedad de tipos plásticos (Montoto & Rojo, 2017).

Tabla 1: Nombres completos de los materiales de plástico convencionales. Plásticos (acrónimos, nombres completos y productos de plástico característico)

Acrónimo	Nombre completo	Productos de plásticos
PET (PETE)	Polietileno tereftalato	Botellas de agua
PES	Poliéster	Ropa de poliéster
LDPE o PEBD	Polietileno de baja densidad	Bolsas de plástico
HDPE o PEAD	Polietileno de alta densidad	Botellas de detergente
PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías
PP	Polipropileno	Tapas de botellas
PA	Poliamida	Cepillos de dientes
PS	Poliestireno	Envases de comida para llevar

Fuente: *ecologistas en acción.*

El efecto de este material en el medio marino debido su lento proceso de desintegración lo convierte en el contaminante fundamental, encontrando así con más frecuencia productos como: botellas, tapones, tapas, bastoncillos de algodón, snack, envoltorios de golosinas, productos sanitarios (toallitas, tampones), bolsas de plásticos, cubiertos, pajitas o sorbetes, vasos, tazas, globos, recipientes de comida rápida, artes de pesca, boyas, etc. (CEA, 2018).

La basura marina ha dejado de ser una situación local para convertirse en una amenaza ambiental, encontrándose en todas las costas y océanos del mundo. Actualmente existen cinco islas de basuras, debido a la acumulación de estos desechos se han formado dos en el Océano Pacífico (Islas de Hawai y frente a las costas de Chile), dos en el Atlántico (mar Mediterráneo y el Caribe) y una en el Índico (remolino de desechos en menor cantidad), (Power, 2017).



Figura 2: Islas de Basura en los océanos.

Fuente Revista de Marina.

Existen desechos marinos flotantes en la superficie del mar, islas, en manglares y estuarios localizándose en zonas de convergencia oceánica, en las rutas de navegación, alrededor de las zonas pesqueras, orillas de zonas urbanas, industriales y áreas recreativas (García, 2018).

(Frank, 2018) Indica en su investigación por plásticos en los océanos que existen 20 países contaminadores del mundo, entre ellos los más destacados estados unidos y china, ya que influye mucho el tamaño de la población y la producción industrial que demanda en su mayoría la utilización de plásticos, produciendo así 3.5 millones de toneladas métricas de basura marina anual china, sin embargo estados unidos al tener una gestión de desechos más eficiente produce anualmente hasta 110 mil toneladas métricas.

Los residuos causan pérdidas en el sector económico a escala mundial, debido a la contaminación procedente del mar y la producción, estimando un coste de pérdida total de 259 millones a 695 millones en actividades como el turismo y pesca anualmente (EcolInteligencia, 2018).

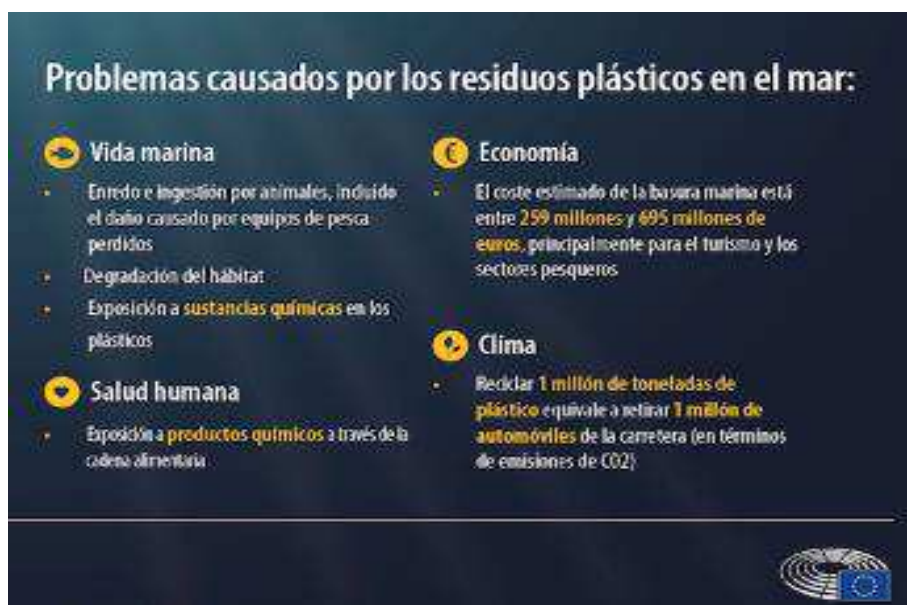


Figura 3: Problemas causados por los residuos plásticos.

Fuente: EcolInteligencia.

La industria del transporte marítimo en los puertos ha generado en los últimos tiempos un gran impacto medio ambiental, ya que según el Gobierno de España de acuerdo a su informe indica que los puertos al encontrarse frecuentemente embarcaciones de todo tipo de tamaño al realizar diferentes actividades como carga de hidrocarburos, alimentos, descarga de pesca, de desechos, derrames o vertidos de aguas oleosas siendo estas maniobras las que causan contaminación marina accidental (Flores *et al.*, 2013).

El Sistema Nacional de Respuesta menciona que aún no existe una respuesta por parte de las Autoridades Portuarias, Capitanía Naval y Administraciones civil territorial de España aún no existe la debida importancia y reglamento que enfatice sobre la contaminación que estas embarcaciones ocasionan, creando

así normativas que vayan de acuerdo a la protección y cuidado del medio marino (Aguas & Cevallos, 2012).

(La OMI & Alianza Mundial 2015), sobre la Basura Marina menciona que las instalaciones portuarias de recepción cualquier embarcación que se encuentren fondeadas deben cumplir con un plan de gestión de basura y a su vez llevarán un libro de registro de desechos donde indicara la descarga realizada en cada punto de recepción, estas leyes dependen de acuerdo a la disponibilidad de las instalaciones de recepción de cada puerto marítimo de cada país, y a su vez respondan de manera positiva a las necesidades de las embarcaciones.

En las últimas décadas ha incrementado la contaminación marina en su mayoría por desechos plásticos, alcanzando así hasta el último rincón del planeta convirtiéndose en un vertedero marino, afectando así a la biodiversidad y ecosistemas marinos de forma significativa, creando de forma innovadora una solución para dicho problema se crea un proyecto cuyo nombre es SeaBin Project. Seabin es un contenedor que sirve para recoger desechos flotantes encontrados en puertos deportivos, muelles, clubes de yates y puertos comerciales (Frank, 2018).

SeaBin Project, se trata de un sistema básico y sencillo basado en cubos, con materiales no contaminantes, es una idea sencilla pero a la vez revolucionaria, viene con una bomba de agua que se fija a un muelle flotante, este, en su interior, tiene una bolsa de fibras naturales que permite que el agua se filtre y pase a través de la bomba de agua, para después ser bombeada de nuevo hacia el océano. Funciona con un recipiente que se sumerge en el agua y cuyo filtro atrapa la basura que flota en el mar, desde botellas de plástico y papeles. Finalmente, todos los residuos recolectados serán transportados a los puntos de reciclaje correspondientes (Ceglinsk & Turton, 2016).

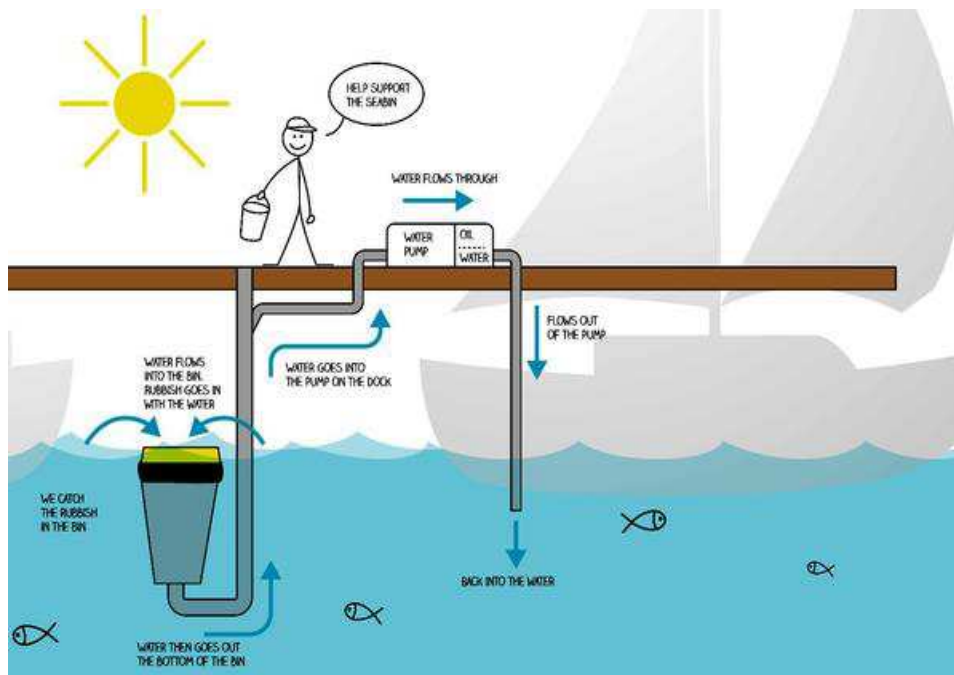


Figura 4: Diseño de Seabin Project

Fuente: SeabinProject

Debido a la extensión y profundidad de los océanos el ser humano pretendía que podía utilizarlo para verter basura y cualquier tipo de sustancias químicas en desmedidas cantidades sin creer que tuviese repercusiones significativas. No obstante, los estudios realizados actualmente señalan la degradación en las zonas costeras en las últimas décadas, ya que han aumentado los vertidos industriales y las escorrentías originadas por explotaciones agrarias y ciudades costeras (Torres, 2017).

De acuerdo a las cifras del gobierno, en las áreas costeras del Ecuador habitan alrededor de 2 millones de personas consideradas como el 13% de la población total. Del cual 4'100.000 toneladas de residuos que se originan en el país anualmente el 11% pertenece a basura plástica, es decir 451 mil toneladas. A pesar de que no se estiman cifras claras sobre el porcentaje de residuos sólidos que llegan al océano, existe un informe sobre Basura Marina del programa para

el medio ambiente de las Naciones Unidas que más de 9.500 toneladas ingresa el país al océano pacífico, equivalente a 48 ballenas azules. (Arias, 2018).

En el mundo así como en Ecuador la contaminación marina influye en la salud de los océanos, considerando la primer causa aquellas embarcaciones marítimas ya que estas lanzan desechos directos al mar, y la segunda debido a los poblados ubicados cerca de la zona costera o los cursos de agua que descargan directo al mar, llegando así a las playas y océano por medio de los ríos, marea, corrientes costeras y viento (Coello & Macías, 2005).

La contaminación marina se ha convertido en un tema crucial cuando evaluar el desempeño de los Puertos (Sistema Nacional de Respuesta, 2012), se trata debido al impacto negativo que causan los residuos sólidos flotantes procedentes de buques de cabotaje que se encuentran fondeados o atracados dentro del Terminal Portuario de Manta como del Muelle Marginal, estos desechos también llegan a los muelles influenciados por la dirección del viento, las lluvia y las corrientes marinas aumentando el volumen de basura en los atracaderos (CONSULSUA, 2017).

Esta problemática representa pérdidas económicas en el Puerto ya que el transporte parcial de estos residuos llega no sólo de las embarcaciones que se encuentran fondeadas, sino por medio de la oscilación de las mareas, desplazándola en su trayecto dentro del puerto (Torres, 2017).

Esta investigación genera una alternativa a la problemática generada dentro del Terminal Portuario de Manta, mediante el dispositivo SeaBin como un sistema de recolección de residuos y tratar de disminuir la cantidad de residuos sólidos que se generan diariamente dentro de los muelles (Marchant, 2009).

Es importante resaltar que en el Terminal Portuario de Manta la recolección de estos residuos sólidos flotantes la realizan de manera convencional por medio del método de arrastre con la malla Easy Catch una vez al día, (Salazar & Barreiro, 2018).

Es por eso que resulta interesante realizar un sistema de recolección que ayude a recoger la mayor cantidad de basura marina flotante proveniente de embarcaciones que se encuentran dentro del puerto y del muelle marginal, es decir poder mitigar el impacto que estos desechos causan al medio marino, Seabin ha sido creado para dar solución a esta gran problemática por su fácil construcción y economía, gracias a este dispositivo se están limpiando los puertos de otros países con resultados positivos, es por esta razón que se pretende conocer la eficiencia del dispositivo Seabin en cuanto al método convencional ya utilizado en el puerto de manta (Ceglinski & Turton 2018).

1.2. HIPÓTESIS

El dispositivo SeaBin será más eficiente en la recolecta de los diversos residuos sólidos flotantes presentes en el muelle de Manta que el método convencional actualmente utilizado Easy Catch.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General:

Evaluar la eficiencia del dispositivo “SEABIN” como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en el Muelle de la ciudad de Manta.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Caracterizar los tipos de residuos sólidos flotantes que se encuentran en el muelle.
- Identificar la dinámica de las corrientes marinas superficiales dentro del muelle.
- Comprobar el dispositivo Seabin en relación al sistema tradicional Easy Catch como método de recolección de basura marina utilizado en el Terminal Portuario de Manta.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y METODO

2.1. Ubicación Geográfica

El Terminal Portuario de Manta (TPM) se encuentra ubicado en el Cantón Manta de la provincia de Manabí. El Puerto de Manta tiene un acceso de mar abierto a 25 millas náuticas de la ruta internacional de tráfico marítimo y a 600 millas del canal de Panamá (24 horas aproximadamente), además se encuentra en una posición cercana a la línea equinoccial, permitiéndole ser un punto equidistante entre demás países y ciudades. Su ubicación exacta es “latitud de 0°57’ Sur y una longitud 80°43’ Oeste.” (figura 5)

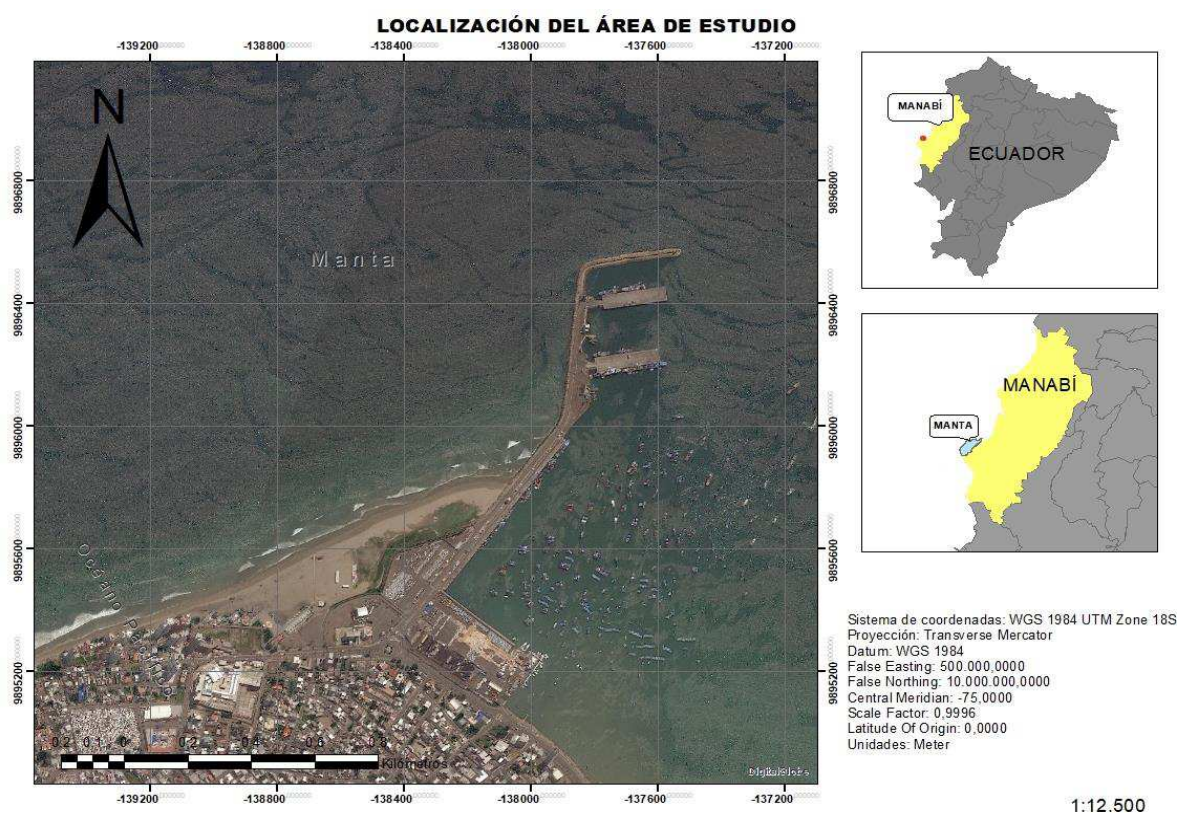


Figura 5: Terminal Portuario de Manta

2.2. Metodología

De acuerdo a los parámetros en estudio se pretende determinar la Eficiencia del “SEABIN” como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en el Terminal Portuario de Manta.



Definiendo la eficiencia como “Expresión que mide la capacidad o cualidad de la actuación de un sistema o sujeto de estudio para lograr el cumplimiento de un objetivo determinado, minimizando el empleo de recursos” (Fernández & Sánchez, 1997).

Para evaluar esta eficiencia del Seabin se pretende realizar las siguientes actividades de acuerdo a los objetivos planteados que se detallan a continuación:

2.2.1. Caracterización de residuos sólidos flotantes:

Para la caracterización de los tipos de residuos sólidos flotantes se procedió a realizar la clasificación tal como lo determina la norma NTE INEN 2841 y posterior a esto se pesó (kg/día) con una balanza (romana digital) diariamente durante 1 semana consecutiva los desechos receptados en los muelles que se obtuvieron por medio del método convencional con la malla Easy Catch y así conocer el volumen de basura que se genera en los puerto.

Tabla 2: Identificación específica de los recipientes de almacenamiento temporal de los residuos sólidos.

TIPO DE RESIDUO	COLOR DE RECIPIENTE	DESCRIPCIÓN
Orgánico / Reciclables	 Verde	Origen biológico, restos de comida, cáscara de fruta, verduras, hojas, pasto, entre otros.
Desechos/ No reciclables	 Negro	Materiales no aprovechables, pañales, toallas, papel higiénico, papel carbón desechos con aceite, entre otros.

		Envase plástico de aceites comestibles, envases con restos de comida.
		Plástico susceptible de aprovechamiento de envases multicapas, PET.
Plásticos/ Envases multicapa	 Azul	Botellas vacías y limpias de plástico de agua, yogurt, gaseosas, etc. Fundas plásticas, fundas de leche. Recipientes de champú o productos de limpieza vacíos y limpios.
Vidrio/ Metales	 Blanco	Botellas de vidrio, refrescos, jugos, bebidas alcohólicas. Frascos de aluminio, latas de atún, sardina, conservas, bebidas. Deben estar vacíos, limpios y secos.
Papel/ Cartón	 Gris	Papel limpio en buenas condiciones, revistas, folletos publicitarios, cajas y envases de cartón y papel. De preferencia que no tengan grapas. Papel periódico, propaganda bolsas de papel, hojas de papel, cajas, empaques de huevo, envolturas.
Especiales	 Anaranjado	Escombros y asimilaciones a escombros, neumáticos, muebles, electrónicos.

Una vez clasificado y pesado por separado los diferentes tipos de residuos sólidos flotantes se procedió a clasificar los desechos midiendo volumen diario y promedio total semanal de los desechos recolectados. (tabla 3)

Tabla 3: Caracterización de los residuos sólidos flotantes. Volumen en kilogramos y promedios semanales.

Tipos de desechos sólidos flotantes	Volumen obtenido por día (kg)	Promedio total semanal de desechos sólidos flotantes (kg)
-------------------------------------	-------------------------------	---

Orgánico/reciclables

Desechos/ no reciclables

Plástico/ envases multicapas

Vidrio/metales

Papel/ cartón

Especiales

Posteriormente todos los residuos sólidos flotantes que se recolectaron con la malla Easy Catch se almacenaron en bolsas de plástico y fueron transportados al centro de recepción (punto ecológico) que se encuentra dentro del Terminal Portuario.

2.2.2. Identificación de las corrientes marinas

Realizada la caracterización de desechos se procedió a identificar la dirección y velocidad de las corrientes marinas superficiales dentro del muelle, utilizando dos boyas de deriva diseñada para moverse con las corrientes oceánicas.

Para la elaboración de la boya de deriva se utilizó un tubo de PVC de 0,076 m de radio exterior, 0.3 m de altura y 0.004 m de espesor, que flota en agua de mar con su eje vertical y con dos tercios de su altura sumergidos y se incorporó un dispositivo de flotación de red de pesca como elemento de arrastre para que las corrientes marinas desplacen a la misma, realizándose 8 mediciones puntuales en los alrededores de los Muelles.

	kg
m _{unión}	0.613398
m _{adap}	0.613398
m _{tapa}	0.113398
m _{cuerpo}	5.9675
m _{totalboya}	7.307694



Figura 6: Boya de medición.

En la determinación de la ubicación se utilizó el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), para conocer el recorrido de la boya de deriva, mismo que se registró en coordenadas UTM y en el sistema WGS84 dándole seguimiento con una embarcación a no menos de 100 metros para evitar influenciar el movimiento de la boya.

Los puntos de muestreo estuvieron georreferenciados y se plasmaron en un mapa (ver figura 8) en el programa Arc-Gis, utilizando los tags creando una imagen shape mediante la base de datos que se generó en formato HTML originando así un mapa base con la finalidad de detectar la dirección de las aguas superficiales ingresando las coordenadas que el GPS genere y así reconocer los puntos estratégicos para incorporar el dispositivo SeaBin.

Una vez que se determinaron los puntos de ubicación para el dispositivo SeaBin, se procedió a la elaboración del dispositivo.

2.2.3. Elaboración del Seabin

Para la realización del dispositivo SeaBin como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en los muelles del Terminal Portuario de Manta se utilizaron los siguientes materiales:

- Contenedor metálico
- Malla spandex
- Tubos y codos de PVC
- Bomba de agua
- Cinta teflón
- Barra monel
- Unión agua cal.1
- Regulador de presión
- Válvula Check
- Cable
- Enchufe
- Niple
- Bushing

Se procedió a la elaboración de los SeaBin utilizando un contenedor metálico de 17 cm de radio por 70 cm de alto, realizándole un orificio en la parte inferior y así en la parte interior se colocó la válvula check que ira conectado con el niple en

la parte exterior cuyo objetivo fue que permitiese que el agua fluya por medio de las tuberías.

Se tomó las medidas del contenedor metálico para la malla spandex de 65 cm por 32 cm, esta malla se coció por los bordes creando un modelo de bolsa que permite que los residuos sólidos flotantes se queden en la misma evitando la obstrucción de la basura con la válvula check, a esta malla se le colocó una barra monel de $\frac{1}{4}$ cm permitiendo que esta bolsa no sea suspendida con el movimiento de la marea.

Se utilizaron 2 tubos de PVC de 3 m por cada Seabin, estos fueron cortados con medidas de 1,70 m como conducto principal, 1,00 m para conectar a la bomba de agua y como sistema de salida de agua, 3 tubos pequeños de 0,10 cm unidos cada uno de estas secciones con codos de PVC, y como fuente de salida de agua un tubo de 0,50 cm y en cada intercepción se colocó cinta teflón, para el enlace entre el contenedor metálico con el sistema de tuberías se utilizó el niple.

Una vez que se logró obtener esta red de tuberías se procedió a la conexión con el contenedor metálico y la bomba de agua para instalarlo en los puntos estratégicos.

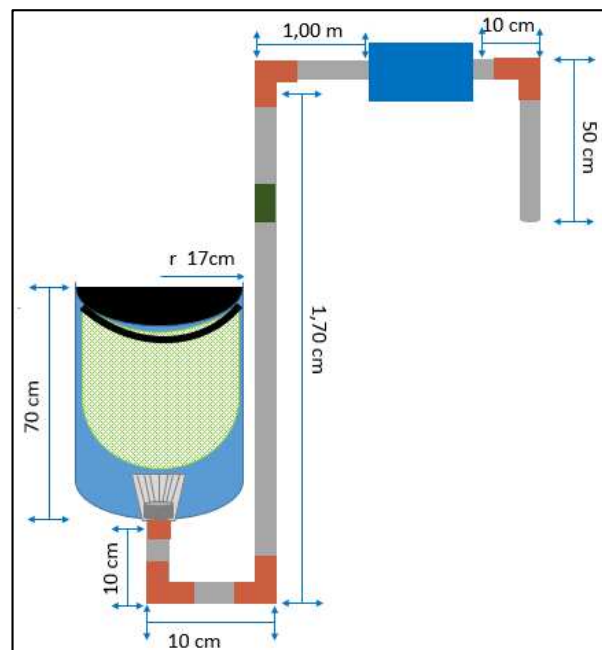


Figura 7: Estructura del Seabin con sus respectivas medidas.

Finalmente se evaluó la eficiencia del dispositivo SeaBin en relación al sistema tradicional de recolección utilizado en el Muelle de Manta, alternando así la unidad de análisis y a su vez se procedió a realizar la toma de datos por 2 semanas consecutivas durante 8 horas seguidas (8am – 5pm).

En estas dos semanas se realizó el análisis del volumen (kg) de los desechos sólidos flotantes marinos obtenidos diariamente en los puntos calientes ya sea por medio del dispositivo SeaBin o el método convencional Easy Catch, para obtener el total de la recolección diaria de los residuos flotantes generados en cada sitio.

Con la finalidad de analizar, conocer y comparar el volumen de los residuos sólidos flotantes y cuál de estos puntos genera más desechos se procedió a realizar una comparación de media del peso total semanalmente de los residuos sólidos capturados por los dispositivos SeaBin y la manera convencional utilizada e identificar cuál de estos métodos es el más eficaz por medio de la prueba de Wilcoxon, Mann – Whitney (no paramétricos).

CAPITULO III

3. RESULTADOS

3.1. CARACTERIZACION DE LA BASURA MARINA FLOTANTE.

De acuerdo a la norma NTE INEN 2841 de la gestión ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos (ver tabla 2) se optó por seguir la clasificación específica, arrojando como resultados que los residuos sólidos más encontrados son los plásticos con un volumen total semanal de 7.10 kg con un porcentaje de 30%, así mismo encontrándose en menor proporción a los residuos especiales con un volumen total semanal de 0.72kg con el 3%.

Tabla 4: Caracterización de la basura marina flotante del Terminal Portuario de Manta.

Tipo de residuo / Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Orgánicos / Reciclables	0.16 kg	0.30 kg	0.23 kg	0.38 kg	0 kg	0.46 kg	0.68 kg	2.21 kg
Desechos/ Materiales no aprovechables	4.78 kg	0.27 kg	0.40 kg	0.32 kg	0.18 kg	0.44 kg	0.27 kg	6.65 kg
Plásticos / Envases Multicapa	1.02 kg	0.97 kg	1.30 kg	0.81 kg	0.99 kg	0.78 kg	1.23 kg	7.10 kg
Vidrio / Metales	1.41 kg	0.42 kg	0.49 kg	0 kg	0.13 kg	0.48 kg	0.70 kg	4.11 kg
Papel / Cartón	0.25 kg	0.92 kg	0.30 kg	0.52 kg	0.25 kg	0.41 kg	0.54 kg	3.19 kg
Especiales	0.60 kg	0 kg	0 kg	0 kg	0.12 kg	0 kg	0 kg	0.72 kg

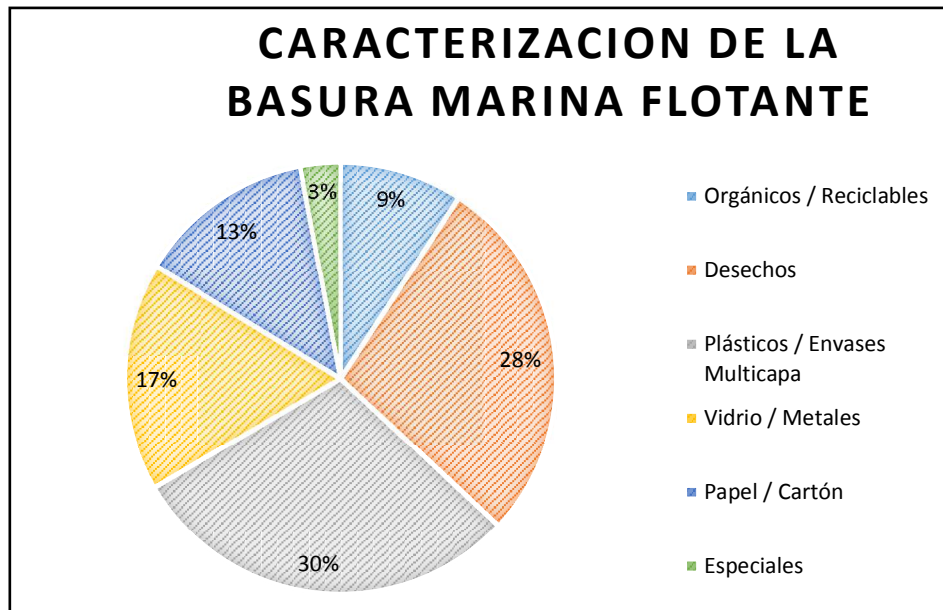


Grafico 1: Porcentaje total semanal de la caracterización de la Basura Marina Flotante.

3.2. IDENTIFICACION DE LAS CORRIENTES MARINAS

De acuerdo al movimiento de la boya de deriva en conjunto con el GPS las corrientes marinas dentro del Terminal Portuario de Manta son desplazadas por la acción del viento, con una latitud de 0°55' Sur y una longitud 80°43' Oeste.

Las corrientes marinas tomadas en los alrededores del Terminal Portuario de Manta de acuerdo a los datos obtenidos tienen una velocidad promedio de 0.5 nudos con dirección norte, posteriormente se procedió a plasmar estos resultados en el programa ArcGis y así se pudo reconocer los puntos estratégicos para incorporar el dispositivo SeaBin, siendo el lugar idóneo para un dispositivo en el muelle de los remolcadores y el otro dispositivo en el muelle flotante del patio 700.



Figura 8: Dirección de corrientes marinas y lugar donde se colocaron los Seabin.

3.3. EFICIENCIA DEL SEABIN

Según los datos obtenidos durante las 2 semanas, con el dispositivo SeaBin se logró recoger un total de 29.43 kg de basura marina flotante, siendo el día lunes el más relevante puesto que se generó un volumen de 10.07 kg de desechos y el día con menor cantidad fue el viernes con un total de 1.92 kg, en comparación con el método convencional Easy Catch se recogió en la semana un total de 20.51 kg reflejando como el día con menos basura el miércoles con un total de 1.56 kg y el día con más abundancia de desechos el día Lunes con un volumen de 7.10 kg de residuos marinos flotantes.

Tabla 5: Comparación en relación de resultados de los métodos de recolección de desechos utilizados.

Dispositivo Días	SEABIN	EASY CATCH
Lunes	10,07 kg	7,1 kg
Martes	4,53 kg	2,45 kg
Miércoles	2,23 kg	1,56 kg
Jueves	2,94 kg	1,94 kg
Viernes	1,92 kg	1,58 kg
Sábado	3,33 kg	2,21 kg
Domingo	4,41 kg	3,67 kg
Total	29,43 kg	20,51 kg

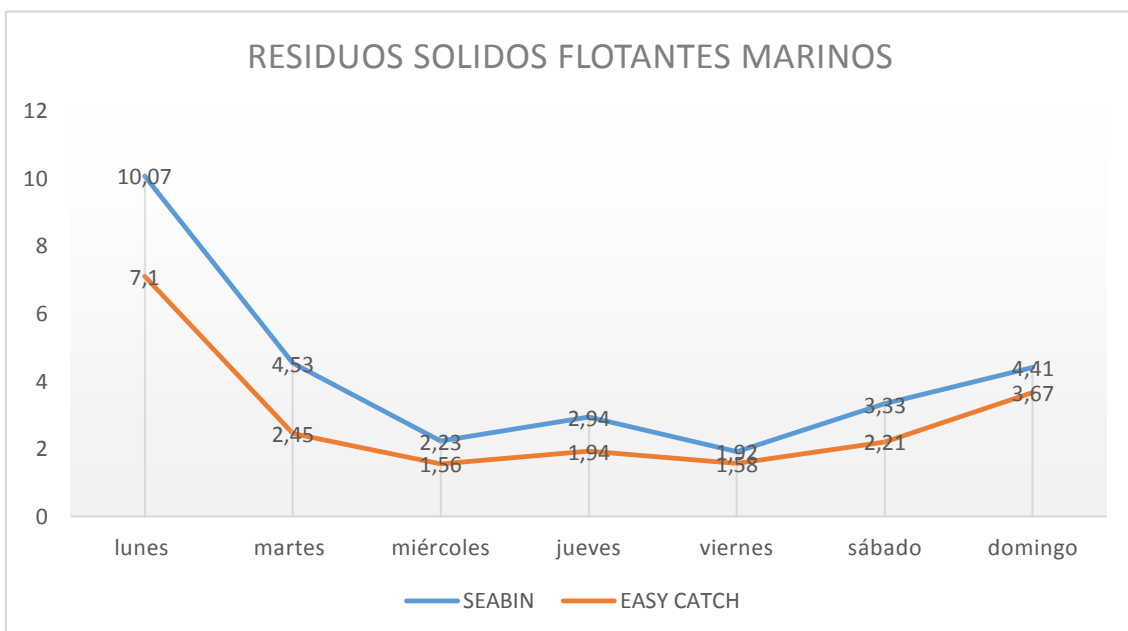


Grafico 2: Tendencias de la Basura Marina Flotante recolectada por el Seabin y el método convencional Easy Catch.

Posteriormente se procedió a realizar la prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney U) por los datos no paramétricos obtenidos entre las unidades de análisis para la eficiencia del Sabin durante dos semanas consecutivas, generando así los siguientes resultados.

Tabla 5: Resultados de la Prueba Wilcoxon (Mann-Whitney U)

clasific	Variable	Grupo #1	Grupo # 2	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	DE (1)	DE(2)	W	P(2) colas
Dispositivos	Total de los R.S.FL	Easy catch	Seabin	7	7	2,93	4,20	1,97	2,77	42,00	0,2086

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la prueba de Wilcoxon (Mann-Whitney U) puede apreciarse que el valor de p es de 0,2086, lo cual indica que estadísticamente no existe diferencia significativa pero si existe diferencia en kg totales, por tanto se acepta la hipótesis.

Finalmente, de acuerdo a los datos obtenidos durante las 2 semanas sobre los tipos de residuos sólidos flotantes con el método convencional Easy Catch se obtuvo un porcentaje total equivalente al 21,43% a diferencia del Seabin que logró recoger un total de 53,50% es decir que no existe una gran diferencia puesto que el plástico lo encontramos con mayor abundancia en distintas presentaciones. Sin embargo la diferencia entre estos dispositivos la encontramos en el papel/cartón entre los dos dispositivos ya que mediante el Easy catch se logró obtener un 7,2% a diferencia del Seabin que recolectó el 5,34%.

Tabla 6: Porcentaje Total de los tipos de residuos sólidos flotantes compartidos de los dispositivos Easy Catch y Seabin.

Tipos de residuos sólidos flotantes	Total semanal de residuos sólidos flotantes	Porcentaje %	Total semanal de residuos sólidos flotantes	Porcentaje %
	Easy Catch		Seabin	
	Orgánicos/ reciclables	2,21 kg	4,8%	3,49 kg
Desechos no reciclables	5,43, kg	11,8%	5,9 kg	13,0%
Plásticos/ envases multicapas	5,65 kg	12,3%	7,81 kg	14,6%
Vidrios/ metales	4,11 kg	8,9%	5,59 kg	10,45%
Papel/ cartón	3,31 kg	7,2%	2,85 kg	5,34%
Especiales	0,72 kg	1,6%	1,94 kg	4%
Total	21,43 kg	46,5%	27,58 kg	53,50 %

4. Discusión

Esta investigación tuvo como propósito evaluar la eficiencia del “SEABIN” como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en el muelle de la ciudad de Manta, para este estudio se vio la necesidad de generar soluciones a este grave problema sobre la basura marina, identificando diversos factores que se estarán discutiendo a continuación con los datos más relevantes.

De los resultados conseguidos durante esta investigación, se acepta la hipótesis planteada ya que al concluir el trabajo investigativo el dispositivo SeaBin es más eficiente en la recolecta de los diversos residuos sólidos flotantes presentes en el muelle de Manta que el método convencional actualmente utilizado Easy Catch.

Por lo tanto se puede discutir que la basura marina flotante suele generar un gran impacto visual, ya que las embarcaciones aportan con una gran cantidad de desechos vertidos directamente al océano tal como lo indica (Elías, 2015), en su investigación sobre Mar de plástico, ya que el 20% de desperdicios que se encuentran en la mar es generado por aporte de los barcos en conjunto con los vientos y la presión atmosférica, produciendo una circulación que engloba los desechos flotantes y los mantiene unidos en la masa de agua, permitiendo así la acumulación de estos desechos en algunos lugares dentro de los muelle, y a su vez no siendo la excepción el Terminal Portuario de Manta.

Como factor principal los desechos que llegan hacia el Terminal Portuario de Manta, no sólo son generados por las embarcaciones que se encuentran fondeadas alrededor de los atracaderos, puesto que del muelle marginal llega una gran porcentaje de la basura marina flotante ya que este no cuenta con el control necesario por parte de Autoridad Portuaria en cuestión de la gestión de basura, gracias a la exposición a eventos asociados de las corrientes marinas superficiales generan puntos calientes dentro del Puerto sobre la contaminación marina de residuos flotantes en los muelles de los remolcadores y el muelle flotante del patio 700 donde existe más acumulación de los mismos.

Tal como lo expresan (Allsopp *et al.*, 2007), que el tipo de desecho más representativa con un 60% y 80% es el plástico y que gracias a su durabilidad, resistencia y facilidad de producción ha hecho que el uso de este se haya incrementado considerablemente en los últimos tiempos (López, 2015).

Alrededor de la mitad de los residuos flotan una vez que llegan al océano y pueden desplazarse miles de kilómetros aprovechando las corrientes, así, los plásticos están diseminados por todo el océano (Derraik, 2002 & Sheavly 2005).

El UNEP (Programa Ambiental de las Naciones Unidas, 2006), estimó que por cada milla cuadrada del océano Pacífico había 46.000 piezas de plástico y el 5 Gyres Institute de Los Ángeles ha calculado que en las aguas del planeta flotan actualmente un mínimo de 5,25 billones de partículas de materiales plásticos (Barbieri, 2016).

Otras aplicaciones del dispositivos demuestran que el dispositivo Seabin de acuerdo al artículo (Ceglinski & Turton, 2018), es eficiente ya que este fue instalado en el Auckland norte de Nueva Zelanda, Race Village uno de los puertos más importantes de este sitio con un total de 17 días, obteniendo 201 kg de peso total de basura recolectada siendo el plástico el más representativo dentro de los desechos con un 96,8% en cuanto a otros materiales recogidos. Por este motivo es necesario señalar que se considera como una posible solución ante la presencia de los residuos marinos flotantes que se encuentran en los muelles ya que la instalación de los dispositivos Seabin en los dos puntos dentro del Terminal Portuario de Manta, generó un aporte positivo ante la problemática ya que con el método convencional se logró recoger un total semanal de 20,53 kg de basura flotante, mientras que con el Seabin se obtuvo un resultado final de 29,43 kg.

En comparación con otros dispositivos The Ocean Cleanup como lo define (Slat, 2018) y el buque "Itsas Belara" del Syndicat Mixte Kosta Garbia son métodos para minimizar el impacto de residuos sólidos flotantes en el medio marino Newsletter, ya que entre mayo y septiembre, recolectando meso- y macro

residuos, con redes de arrastre de un tamaño de > 25 mm y 5-25 mm, respectivamente, mientras que The Ocean Cleanup combinado con los modelos de corriente oceánica para determinar cuánto plástico encontraría la estructura, se puede lograr una eficiencia de limpieza del 42% de todo el plástico (The Ocean Cleanup, 2018).

La Autoridad Portuaria de Cartagena como lo indica (Sánchez, 2018), lleva más de una década recogiendo los residuos sólidos que llegan al puerto con la ayuda de una malla tipo red en una embarcación Pelican, teniendo en cuenta que la cifra aumenta cada año, se ha sacado un promedio de recolección de 60 kg al día y 6 toneladas al año, estos datos confirman la gran labor de recolección de basura para combatir este grave problema. Asemajándose así la actividad que realiza el muelle de Manta con el personal ambiental encargado puesto que dentro del Puerto se realiza la selección de los desechos por medio de la malla Easy catch con la ayuda de una lancha, haciendo un arrastre por las instalaciones de los muelles, para minimizar el impacto en el medio marino.

Con el fin de disminuir la basura marina (Hudson, 2017) en San Francisco se realizó un estudio en septiembre del 2018 que recolectó 2000 kg de residuos marinos flotantes en un mes, siendo los materiales plásticos los más abundantes con un 71% de total recolectada encontrándose de todo tipo y tamaño, cabe recalcar que dentro del Terminal Portuario de Manta el mes con más basura recogida fue diciembre, esto se debe a que el puertos se encuentran con más presencia de embarcaciones marinas, aumentando así la presencia de residuos sólidos flotantes (García, 2018).

La mayoría de los dispositivos utilizados para la limpieza de los residuos sólidos marinos reflejan en su mayoría que los desechos más comunes al encontrar son plásticos con un 63,98% del total recogido, a la distancia le siguen restos las maderas y neumáticos con un 25,01% y dentro de los puertos que el mes con más basura recogida son los primeros meses del año sobre todo el mes de mayo con 1.120 toneladas seguido el mes de diciembre del mismo año con 1.100 toneladas (Sánchez, 2018).

El método convencional utilizado en el Terminal Portuario de Manta Easy Catch necesita de dos personas y una lancha para recolectar la basura marina flotante la misma que contamina con algún tipo de hidrocarburo, a diferencia del Seabin que se construyó con materiales no contaminantes y por tanto no alteró el medio marino y como es un dispositivo fijo solo se necesitó de una persona para ser manipulado.

De la misma manera dentro del Terminal Portuario de Manta existe el día con más abundancia de desechos que es el lunes, esto se debe a que el personal ambiental trabaja de lunes a viernes realizando el control adecuado, sin embargo al no realizar las inspecciones y limpieza pertinente el fin de semana las embarcaciones que se encuentran fondeadas arrojan cualquier tipo de basura al mar ocasionando así un gran problema que se ve reflejado el primer día de trabajo, generando más kilogramos de basura que lo habitual, sumando también la basura que ingresa por medio de la dirección y velocidad del viento en las corrientes marinas.

5. Conclusión

Durante el periodo de esta investigación se logró demostrar que los residuos sólidos en mayor proporción son los plásticos debido a sus múltiples derivados que actualmente se pueden encontrar y su lenta desintegración en el ambiente, ya que de acuerdo a los resultados obtenidos tanto como en la recolección del Seabin como el método Easy Catch se obtiene el 11,8% y 13,0% respectivamente.

Si bien es cierto de acuerdo a los resultados obtenidos existe una posibilidad acertada sobre la eficiencia del Seabin como sistema de recolección de residuos sólidos flotantes en el Terminal Portuario de Manta en cuanto al sistema convencional utilizado, ya que se logró minimizar la presencia de estos desechos de manera prolongada dentro de los muelles, debido a la utilización continua de 8 horas seguidas del dispositivo en estudio con un resultado total de 29,43 kg de basura marina flotante.

Es necesario recalcar que aún falta mucho por mitigar este gran problema ya que la falta de cultura, leyes, pero sobre todo la falta de interés por parte de la ciudadanía es ineficiente, a esto sumándose el problema del micro plásticos que son los que actualmente empiezan a hacer más comunes dentro del océano.

6. Recomendaciones.

Realizar el estudio en los primeros 6 meses del año ya que existe más presencia de desechos sólidos flotantes en los muelles aumentando la eficacia del Seabin.

Implementar dos dispositivos Seabin como sistema de recolección de residuos marinos flotantes dentro de las instalaciones del muelle.

Para poder utilizar el dispositivo Seabin a mar abierto por medio de boyas marinas es necesario instalar una batería recargable portátil para el funcionamiento adecuado de la bomba y a su vez poder arrastrar por medio de las corrientes marinas con la acción del viento los residuos marinos flotantes.

Instaurar 3 Seabin con boyas marinas en las instalaciones del muelle marginal ya que un buen porcentaje de basura proviene de este sector pesquero.

Reemplazar el tubo principal de PVC por un tubo flexible plástico, facilitando así la manipulación en cuanto a la presencia de la marea alta y baja durante las horas del día y por ende disminuir el costo del Seabin.

Utilizar una planta generadora de energía si el lugar donde se colocará el dispositivo se encuentra lejos de los puntos receptores de energía.

Colocar una trampa de grasa a los dispositivos Seabin por los derrames de hidrocarburos que ocasionan las embarcaciones fondeadas.

Es necesario que exista más control por parte de las autoridades municipales en cuanto a la gestión de desechos domésticos para evitar que lleguen hasta el mar.

Que la basura que cada embarcación lleve sea pesada al momento de zarpar y cuando vuelva a fondeo traiga los mismos kilos de desecho que llevó, salvo exista una justificación adecuada sobre el destino final de dichos residuos.

Dentro del muelle marginal exista más control por parte de las autoridades beneficiando así de manera directa al puerto de Manta.

Cada 3 meses realizar charlas educativas ambientales al personal que se encuentra laborando en el Terminal Portuario como en el muelle marginal para que conozcan el impacto que causa al medio marino y a su vez afectando también la economía del Puerto.

7. Bibliografía.

Aguas, S. & Cevallos, K. 2012. Modelo de desarrollo y aplicación del cuadro de mando integral en operadoras portuarias, caso puerto de manta. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Estadística y Finanzas Universidad Central Del Ecuador, Ecuador.

Allsopp, M., Johnston, P., Santillo, D., & Walters, A. 2007. Contaminación por plásticos en los océanos del mundo. GREENPEACE

Áreas Costeras y Recursos Marinos. 2016. Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global.

Arias, S. 2018. La región recicla menos del 3% de sus 500 mil toneladas diarias de basura.

Barón, L., Lopez, E., Miranda, J., & Zorzo, P. 2016. Estudio para determinar el impacto de los envases en el "Littering". Madrid.

Barreiro, J. & Larrea, S. 2018. Municipios manabitas aprenden sobre manejo de los desechos sólidos.

Berraz, J. 2017. Seabin, de Pete Ceglinski Andrew Turton. Limpiar los océanos desde las costas, El proyecto y sus creadores.

Barbieri, A. 2016. Un continente flotante de basura.

Cabezas, O. 2015. El 80% de toda la basura que llega al mar son plásticos. ¿De dónde provienen estos residuos? La gran época.

Ceglinski, P. & Turton, A. 2018. Los Seabins quieren ser el cubo de la basura del océano

Ceglinsk, P. & Turton, A. 2016. SEABIN: Limpiando el mar con un cubo de basura, Un cubo de basura capaz de recoger los residuos flotantes que contaminan nuestros mares.

Coello, S. & Macías, R. 2005. Basura Marina en Ecuador.

Comisión Europea. 2018. Europa pone coto a diez productos de plástico de un solo uso.

CONAMA. 2016. Basuras Marinas. Madrid. España.

CONSULSUA, Consultora en Ingeniería y Ambiente. 2017. Estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de la terminal internacional del puerto de manta fase 1a – 1b.

Derraik, J. 2002. Plásticos en los océanos Datos, comparativas e impactos 44:842–852.

Derraik, 2002, & Sheavly, 2005. Maritime traffic effects on biodiversity in the Mediterranean Sea. Volume 1, Review of impacts, priority áreas and mitigation measures, edited by Ameer Adbulla.

Ecointeligencia. 2018. Europa avanza en la protección contra la basura marina.

Elías, R. 2015. Mar de Plástico: Una revisión de plásticos en el mar. Rev. Invest. Desarr. Pesq. N°27: 83-105.

Fernández, M. & Sánchez, J. 1997. Efectividad, eficacia y eficiencia en equipos de trabajo. Efectividad, eficacia y eficiencia de los equipos. vol.39 N° 06. 11pp.

Flores, A., González, N., & Soler, F. 2013. Transporte marítimo y medio ambiente: las implicaciones de las secas y las ecas. Revista Transporte y Territorio, núm. 8, 2013, pp. 138-156 Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Frank, S. 2018. Los plásticos se acumulan en todo el mundo desde que China se ha negado a recibir más desechos.

García, A. 2018. Esta tubería flotante recolectará el plástico del océano.

GREENPEACE. 2005. Basuras en el mar, Basuras arrastradas por el mar, Periódico Mediterráneo.

GREENPEACE. 2005. Basuras en el mar, Cuanta basura hay en el mar, Periódico Mediterráneo.

Hudson, A. 2017. El camino para reducir la contaminación marina.

Ibarra, A. 2017. Análisis de factibilidad para la creación de una empresa productora de accesorios a base de plástico reciclado para trabajos en aluminio y vidrio en la ciudad de esmeraldas. Tesis de Comercio Exterior, Escuela de Comercio, pontificia universidad católica del ecuador, Esmeraldas, Ecuador.

López, R. 2015. Basura Marina. Ingeniería Marítima. Escuela Técnica Superior De Náutica Universidad De Cantabria, España.

Marchant, J. 2009. Investigación sobre la Contaminación del Mar por Basura de Naves de Crucero en la Bahía de Valparaíso Años 2002 – 2009. Tesis presentada para optar al Grado de Magister en Política y Gobierno, Universidad De Concepción, Flacso – Chile.

Montoto, T. & Rojo, E. 2017. Basuras marinas, plásticos y microplásticos orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global, Plásticos principal componente de las basuras marinas.

Muñoz, J. 2017. Ecuador: Basura marina afecta los ecosistemas y a las especies en Galápagos. Galápagos Science Center. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.

OMI. & Alianza Mundial. 2015. Basura marina, Instalaciones portuarias de recepción, Alianza Mundial sobre la Basura Marina.

Organización Marítima Internacional. 2017. Basura en los océanos, un reto internacional La mayor parte de los residuos marinos son plásticos, fundamentalmente bolsas y envases.

Pérez, F. 2017. ¿Cuáles son las fuentes y los impactos de la basura marina?, De donde procede la basura marina.

Power, C. 2017. La Isla de Basura en el Pacífico ya es más grande que Francia y preocupa a la humanidad.

Programa Ambiental de las Naciones Unidas. 2006. Un continente flotante de basura.

Roig, A. 2008. Manual de Gestión de Residuos guía práctica para el hogar, oficinas, organizaciones públicas y privadas.

Salazar, R. & Barreiro, F. 2018. Alrededor de \$ 18,6 millones se invierten en reparación del puerto de Manta.

Sánchez, S. & Lopez, A. 2018. La recogida de basura en las dársenas del puerto crece un 34% durante el último año.

Sánchez, S. 2018. Diez años erradicando la basura marina en Cartagena.

Segado, J. 2018. EL Puerto de Cartagena comienza 2018 reforzando su apuesta por erradicar la basura marina, La Autoridad Portuaria de Cartagena (APC) lleva más de una década con una embarcación tipo Pelican dedicada exclusivamente a recoger los residuos sólidos de la lámina de agua del puerto. Canary Ports.

Sistema Nacional de Respuesta. 2012. Puertos y contaminación marina: la respuesta a los accidentes en las infraestructuras portuarias

Sierra, J. 2018. Los desechos plásticos, una grave amenaza para la vida en el mar y en la tierra.

Slat, B. 2018. Una trampa para el plástico contaminante en el océano Pacífico.

The Ocean Cleanup. 2018. Environmental Impact Assessment, Project Overview.

Torres, K. 2017. La contaminación de carga aqueja a los exportadores.

8. Anexos.

Anexo 1: Recogiendo los residuos sólidos flotantes alrededor del muelle.



Anexo 2: Basura marina flotante recolectada por el método convencional Easy Catch



Anexo 3: Caracterizando y pesando los residuos sólidos flotantes.



Anexo 4: Basura marina flotante depositada en el punto ecológico con la ayuda del supervisor ambiental.



Anexo 5: Retiro de la basura de los puntos ecológicos.



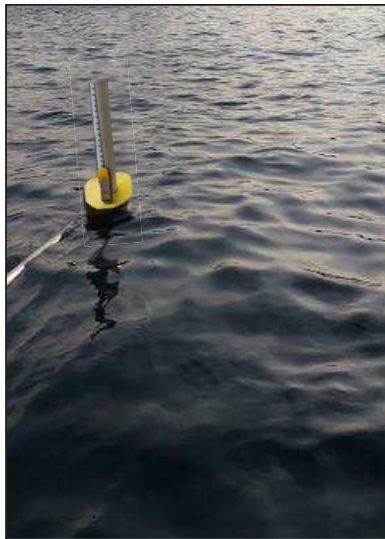
Anexo 6: Elaboración de la boya de deriva.



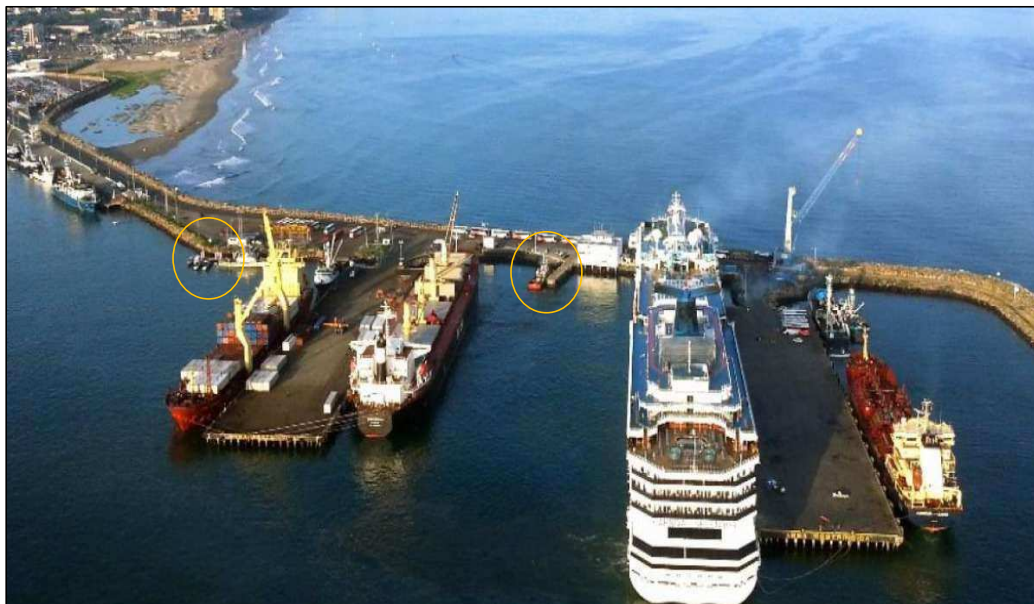
Anexo 7: Boya de deriva con el GPS.



Anexo 8: Boya de deriva desplazándose por varios puntos del Puerto.



Anexo 9: Puntos seleccionados de acuerdo a las coordenadas que brindaron las boyas de deriva con la acción del viento y las corrientes marinas.



Anexo 10: Colocación del Seabin en el muelle del patio 700 y muelle de los remolcadores.



Anexo 11: Seabin en funcionamiento.



Anexo 12: Presencia de basura marina flotante en las instalaciones del Terminal Portuario de Manta.



Anexo 13: basura Recolectada por el Seabin.

