



Universidad Tecnológica Centroamericana

Facultad de Ingeniería

Proyecto de Investigación

**Diseño e implementación de sistema de trituración de plástico y
extracción de partículas de sal.**

Previo a La Obtención del Título:

Ingeniero en Mecatrónica

Presentado por:

21541311 Bryan José Cisneros Sorto

21411182 Edwin Noel Flores Sarmiento

ASESOR: JOSÉ LUIS ORDOÑEZ

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; ENERO, 2021

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada:

Primeramente, a Dios por permitirnos llegar hasta este punto de nuestras vidas, por brindarnos las fuerzas necesarias para seguir adelante y nunca rendirnos en el camino.

A nuestra familia quienes nos brindaron un apoyo incondicional, por habernos enseñado que con esfuerzo y dedicación se pueden lograr grandes cosas y que los sueños si se pueden cumplir.

A nuestros compañeros y amigos con los que compartimos grandes momentos a lo largo de la carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, queremos agradecer a Dios, por guiar nuestros caminos y permitirnos alcanzar un nuevo logro en nuestras vidas, por permitirnos afrontar las dificultades presentes en el camino.

Bryan Cisneros.

Agradecer a mis padres José Osman Cisneros y María Anarda Sorto Menjívar, que siempre han estado en situaciones tan difíciles de la vida, pero aun así me han ayudado en todo el trayecto de mi carrera universitaria y que me han enseñado a nunca darme por vencido y que todo tiene una solución. Les agradezco por el enorme esfuerzo incondicional e inmensurable y por ser mi fortaleza.

Edwin Flores.

Agradecer a mi padre Celestino Flores por enseñarme el valor del trabajo duro, y que si uno se propone puede lograr grandes cosas, por apoyarme durante todo el proceso y siempre animarme a dar lo mejor de mí, por sus consejos que me mantuvieron enfocado y gracias a ellos logre cumplir mis metas. Quiero agradecer a mi Madre Ada Isabel Sarmiento Ramírez, por su compañía incondicional y todo el amor brindado, por apoyarme en mis proyectos y darme los ánimos que muchas veces necesite para poder seguir adelante, por ser la mejor mamá. Quiero agradecer a mi hermano Frankling Marel Flores Sarmiento, por todos los momentos que vivimos juntos, por todo el apoyo brindado, por ser un excelente hermano. A mi padre, mi madre y mi hermano quiero decirles muchas gracias, por estar siempre conmigo, Los quiero mucho. Agradecer al resto de mi familia, mi abuelo y mi abuela, mis tíos, mis tías, mis primos y mis primas, por todo su apoyo. A mis amigos que me acompañaron en este proceso.

A nuestro asesor metodológico, el Ing. José Luis Ordoñez por los aportes realizados para que esta investigación se llevara a cabo.

Epígrafe

"Nada en la vida es para ser temido, es sólo para ser comprendido. Ahora es el momento de entender más, de modo que podamos temer menos"

-Marie Curie

RESUMEN EJECUTIVO

La contaminación producida por los desechos plásticos en los ríos y los océanos representan un enorme problema para el medio ambiente, ante este problema como sociedad nos vemos en la obligación de encontrar soluciones que ayuden a mitigar los efectos negativos producidos por los desechos plásticos. En el presente documento se abordará el diseño y fabricación de un prototipo que facilite el procesamiento de los plásticos procedentes de los océanos. Este prototipo está conformado por una maquina trituradora, dicha maquina triturara los plásticos que posteriormente pasaran a una mesa vibradora que eliminara las partículas de sal que contienen los plásticos triturados. El diseño de la maquina trituradora y la mesa vibradora se realizó con la ayuda del software SolidWorks, este software permitió diseñar las piezas que componen ambos mecanismos y posteriormente se realizó un ensamble de todas las piezas para obtener una vista en 3D de los prototipos ya terminados. La máquina trituradora es capaz de triturar el plástico gracias a un motor de $\frac{1}{2}$ hp que con la ayuda de una caja reductora de velocidad produce un torque de 328.2 Nm, la fuerza con que las cuchillas Trituran el plástico es de 808.78 Lbf y es capaz de triturar 1.88 Kg/h. la mesa vibradora cuenta con un motor que produce las vibraciones gracias a que se le acoplo un contrapeso en su eje, la sal que se extrae de los plásticos pasa por una rejilla y se deposita en una plataforma que esta justo debajo. Se realizaron pruebas de en la maquina trituradora y la mesa vibradora teniendo resultados favorables ya que la maquina es capaz de triturar la mayoría de los plásticos que se encuentran en los océanos y la mesa vibradora es capaz de eliminar un 89% de la sal presente en el plástico triturado.

Para realizar este proyecto se utilizó la metodología de diseño de ingeniería, esta metodología presenta una serie de 7 pasos que muestran el proceso para desarrollar sistemas simples y complejos.

Palabras claves- Maquina trituradora, mesa vibradora, Caja reductora de velocidad, transmisión de potencia

ABSTRACT

The pollution produced by plastic waste in rivers and oceans represents a huge problem for the environment, faced with this problem as a society we are obliged to find solutions that help mitigate the negative effects produced by plastic waste. This document will address the design and manufacture of a prototype that facilitates the processing of plastics from the oceans. This prototype is made up of a crushing machine, said machine will crush the plastics that will later go to a vibrating table that will eliminate the salt particles that the crushed plastics contain. The design of the crushing machine and the vibrating table was carried out with the help of SolidWorks software, this software allowed to design the parts that make up both mechanisms and later an assembly of all the pieces was made to obtain a 3D view of the prototypes already finished. The shredding machine is capable of shredding plastic thanks to a ½ hp motor that with the help of a speed reducer box produces a torque of 328.2 Nm, the force with which the blades shred the plastic is 808.78 Lbf and is capable of grind 1.88 Kg / h. The vibrating table has a motor that produces vibrations thanks to the fact that a counterweight is attached to its axis, the salt that is extracted from the plastics passes through a grid and is deposited on a platform that is just below. Tests were carried out on the crushing machine and the vibrating table with favorable results since the machine is capable of crushing most of the plastics found in the oceans and the vibrating table can eliminate 89% of the salt present in shredded plastic.

To carry out this project, the engineering design methodology was used, this methodology presents a series of 7 steps that show the process to develop simple and complex systems.

INDICE DE CONTENIDO.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.	15
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	17
2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA.	17
2.2 DEFINICION DEL PROBLEMA.	17
2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.	18
2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACION.	19
2.5 OBJETIVOS.	19
2.5.1 OBJETIVO GENERAL.	19
2.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	19
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO.	19
3.1 DESPERDICIOS PLÁSTICOS.	20
3.1.1 DESPERDICIOS PLÁSTICOS EN OCÉANOS Y RÍOS.	21
3.1.2.1 CONTAMINACIÓN EN EL RIO MOTAGUA.	26
3.1.2.2 CONSECUENCIAS.	29
3.1.2.3 MEDIDAS.	31
3.2 RECICLAJE.	33
3.2.1 PLÁSTICO RECICLADO.	35
3.3 MÁQUINA PARA RECICLAR.	37
3.3.1 CORROSION.	39
3.3.2 MECANISMO DE VIBRACIÓN.	49
CAPITULO IV. METODOLOGIA.	51

4.1 ENFOQUE.	51
4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.	51
4.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS.	52
4.4 MATERIALES.	52
4.4.1 MECANISMO DE TRITURACIÓN.	52
4.4.2 MECANISMO DE VIBRACIÓN.	52
4.5 METODOLOGIA DE ESTUDIO.	53
4.5.1 CONFRONTACIÓN.	54
4.5.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	54
4.5.3 CONCEPTO DE DISEÑO.	55
4.5.4 SÍNTESIS O INGENIERÍA DETALLE.	57
4.5.5 MODELO ANALIZABLE.	58
4.5.6 EXPERIMENTACIÓN, ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN.	58
4.5.7 PRESENTACIÓN.	58
4.5.8 CRONOGRAMA.	58
CAPITULO V. ANALISIS Y RESULTADOS.	60
5.1 ANALISIS DEL MARCO TEORICO.	60
5.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO EN INGENIERÍA.	62
5.2.1 CONFRONTACIÓN.	62
5.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	62
5.2.3 CONCEPTOS DE DISEÑO.	63
5.2.4 SÍNTESIS O INGENIERÍA DE DETALLE.	70
5.2.5 MODELO ANALIZABLE.	72
5.2.6 EXPERIMENTACIÓN, ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN.	80

5.2.7 PRESENTACIÓN.

85

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG.1 YUCATAN CURRENT & CAYMAN CURRENT.	25
FIG.2 DESARROLLO DE LA MÁQUINA.	38
FIG.3 - VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.	52
FIG.4- 7 PASOS DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO EN INGENIERÍA.	53
FIG.5 ÁRBOL DE PRODUCTO DE MÁQUINAS PARA RECICLAR.	57
FIG.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	59
FIG.7 DIAGRAMA DE GANTT	59
FIG.8 ESTRUCTURA.	63
FIG.9 ESTRUCTURA.	64
FIG.10 OPCIÓN 1 MECANISMO DE TRITURACIÓN	67
FIG.11 OPCIÓN 2 MECANISMO DE TRITURACIÓN	68
FIG.12 MESA VIBRATORIA	70
FIG.13 CARCASA.	73
FIG.14 BASE	74
FIG.15 CUCHILLAS.	75
FIG.16 EJE.	75
FIG.17 ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.	76
FIG.18 EJES, CUCHILLAS Y PIÑONES.	78
FIG.19 MOTOR ACOPLADO A CAJA REDUCTORA DE VELOCIDAD.	81
FIG.20 PLÁSTICO TRITURADO.	82
FIG.21 PLÁSTICO TRITURADO.	82
FIG.22 CANTIDAD DE SAL DESPRENDIDA	83
FIG.23 PROTOTIPO FINAL.	85

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: TIPOS DE PLÁSTICO RECICLABLES	36
TABLA 2 DE ECUACIONES	39
TABLA 3: COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PUERTO DE KARACHI CERCA DE ASTILLERO NAVAL DE PAKISTÁN.	40
TABLA 4: TIPOS DE CORROSIÓN	41
TABLA 5: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y MÉTODO DE ESTUDIO REALIZADO.	44
TABLA 6: COMPARACIÓN DE PARÁMETROS CLAVE RESPECTO A OTROS PRODUCTOS ANTICORROSIVOS.	45
TABLA 7: ANTICORROSIVOS INTELIGENTES.	46
TABLA 8. ESPECIFICACIONES MOTOR	53
TABLA 9. COMPARACIÓN ENTRE LA OPCIÓN 1 Y OPCIÓN 2 DE LA ESTRUCTURA.	65
TABLA 10. COMPARACIÓN ENTRE LA OPCIÓN 1 Y LA OPCIÓN 2 DEL MECANISMO DE TRITURACIÓN.	68
TABLA 11. COMPONENTES DE LA MÁQUINA PARA RECICLAR.	72
TABLA 12. ESPECIFICACIONES DEL MOTOR.	77
TABLA 13. ESPECIFICACIONES DEL MOTOR DE LA VIBRADORA.	77
TABLA 14. CALCULOS	78

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.

La producción de plástico en el mundo sigue aumentando y debido a esto la presencia en los hogares es muy común. Con el aumento del plástico también vienen los problemas ya que gran parte de los plásticos producidos no son desechados de la manera correcta y terminan en las calles, bosques, ríos y océanos. Los plásticos que se encuentran en los ríos y los océanos representan un enorme problema debido a la dificultad que representa su recolección. En honduras, especialmente en la costa de Omoa, actualmente existe un enorme problema de contaminación por los desperdicios plásticos que son acarreados desde Guatemala por las corrientes del río Motagua. Los plásticos que se encuentran en los océanos son muy difíciles de reciclar debido a que estos contienen partículas de sal impregnados, la sal es un agente oxidante en los metales por lo que estos plásticos no se llegan a reciclar. Mediante una revisión bibliográfica que permita identificar métodos que permitan brindar una solución para poder procesar los plásticos procedentes de los océanos se determinó implementar dos mecanismos, uno de estos mecanismos es una máquina trituradora, esta máquina triturará el plástico para que posteriormente el plástico triturado pase a una mesa vibratoria que desprenderá las partículas de sal que estos contengan. Para proteger la máquina trituradora y la mesa vibratoria se utilizará una pintura anticorrosiva que mitigará los efectos de la sal sobre las estructuras metálicas que entren en contacto con el plástico.

Para lograr una mejor comprensión del trabajo realizado, el desarrollo de la tesis fue mediante de una serie de capítulos que explican el trabajo realizado. A continuación, se presenta un resumen sobre el desarrollo de cada capítulo.

Capítulo II. En este capítulo se muestra el problema que representa la presencia de los desperdicios plásticos en los ríos y océanos. Se establecen los precedentes y justificación del problema que se está tratando con el fin de sustentar los objetivos planteados.

Capítulo III. En este capítulo se desarrolla el marco teórico, para el cual se consultaron varias fuentes bibliográficas que ayudaron a construir los conocimientos básicos para la posterior realización del proyecto. Gracias a la información que fue consultada se pudieron conocer modelos y técnicas que sirvieron como bases para la realización final de los prototipos.

Capitulo IV. En este capítulo se define la metodología de investigación aplicada para el desarrollo del proyecto. La metodología utilizada fue la de diseño de ingeniería, esta metodología consta de 7 pasos que muestran una secuencia ordenada de las etapas que se deben seguir para la elaboración de un prototipo. También se presentan las variables que afectaran el desarrollo del prototipo.

Capitulo V. Aquí se muestra el desarrollo de la metodología, se exponen las etapas que comprenden la metodología y se desarrollan con la ayuda de la información recabada en el marco teórico. Se realizan pruebas a los componentes de los prototipos para validar el funcionamiento de estos.

Capítulo VI. En este capítulo se proveen las conclusiones con base a los resultados obtenidos, también se dan recomendaciones que ayudan a mejorar los mecanismos protestos

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Planteamiento del problema en una tesis, trabajo o proyecto de investigación, es la descripción de la situación del problema al cual se le debe dar una solución en concreto.

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA.

Se han realizado diversas investigaciones, las cuales han demostrado que el plástico está en todo el mundo, ya que se descubrió que incluso en zonas o regiones donde se pensaba que no había contaminación, se han contaminado con microplásticos, como ser la región del Ártico. (Mazhandu & Muzenda, 2019)

Se realizó un muestreo en la desembocadura del río Motagua, cuya cuenca atraviesa 14 departamentos y desemboca en la bahía de Omoa en la frontera entre Honduras y Guatemala. (Mazariegos-Ortiz et al., 2020)

Se realizó una categorización de desechos acarreados por el río Motagua en la playa del Refugio Silvestre de punta Manabique, en donde los desechos obtenidos, se clasificaron en las siguientes categorías: Residuos orgánicos, Residuos Inorgánicos con valor de rescate, Desechos sin valor o basuras. (Ortiz-2018)

Los océanos se han contaminado de los desechos plásticos, los cuales se van acumulando día con día, estos desechos son un problema que amenaza seriamente al ambiente. Hasta la fecha, una parte de esta contaminación plástica, flota en los océanos, por ende, es la más visible y se ha logrado mapear en escala global. (Egger et al., 2020)

2.2 DEFINICION DEL PROBLEMA.

El medio ambiente se encuentra enormemente cargado de desperdicios plásticos que debido a sus características permanecen durante muchos años sin degradarse. Este plástico no solo representa una gran amenaza para el medio ambiente, sino que también para todos aquellos seres vivos que interactúen con él. (Moharir & Kumar, 2019)

La creciente problemática que representan los plásticos en los ríos y océanos, es necesario buscar alternativas que ayuden a disminuir la presencia de estos. Actualmente, los esfuerzos se están centrando en reciclar estos plásticos con el fin de reducir su presencia en el medio ambiente.

En el caso de los plásticos que provienen de los océanos, realizar un proceso de reciclaje es muy complicado debido a la presencia de sal, es por esto que es necesario encontrar una solución que permita reciclar los plásticos marinos evitando que las maquinas utilizadas para realizar este proceso se oxiden por los efectos de la sal sobre ellas.

2.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

En base a las necesidades expuestas para poder reciclar los plásticos marinos, se determinó elaborar dos mecanismos que trabajaran en conjunto para poder triturar el plástico y mediante una mesa vibradora se eliminara la sal que estos contengan.

Las maquinas trituradoras son herramientas utilizadas en las industrias y están diseñadas para poder triturar distintos materiales, las características de las maquinas trituradoras varían de acuerdo con el material que se requiere triturar. Las maquinas trituradoras cuentan con ejes rotativos en los cuales se colocan juegos de cuchillas que permiten triturar los materiales. Estas máquinas logran triturar los materiales mediante la rotación de los ejes que transfieren la potencia a las cuchillas. (Vicente et al., 2019)

Las mesas vibradoras aprovechan la concentración por gravedad, de esta manera se genera un movimiento relativo que va en contra de la gravedad. El movimiento generado por estos mecanismos depende de factores como la viscosidad, la densidad de los materiales, el peso entre otros. Este tipo de mecanismos ha sido utilizado con éxito en la industria metalúrgica. (Yıldırım Gülsoy & Gülcan, 2019)

Estos mecanismos estarán en contacto directo con la sal que contienen los plásticos, debido a eso, será necesario protegerlos con la ayuda de una pintura anticorrosiva. Esta pintura se aplicará en ambos mecanismos con el fin de aportar propiedades que ayuden a disminuir los efectos corrosivos de la sal sobre ellos.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACION.

- ¿Qué tipo de diseño sería el óptimo para un prototipo de maquina trituradora y mesa vibradora para realizar un proceso de trituración del plástico y extracción de sal?
- ¿Qué cantidad de plástico es el recomendado en la mesa vibradora para que exista mayor desprendimiento de sal?
- ¿Qué especificaciones deberán de tener los elementos que componen la maquina trituradora?

2.5 OBJETIVOS.

A continuación, se presentarán los objetivos planteados para el desarrollo de este proyecto.

2.5.1 OBJETIVO GENERAL.

- Diseñar y fabricar un prototipo que permita triturar y retirar las partículas de sal de los plásticos marinos.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar la capacidad de la mesa vibradora para poder extraer la mayor cantidad de sal del plástico.
- Obtener las especificaciones necesarias para la fabricación de la maquina trituradora.

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO.

En el mundo hay variedad de elementos o causas que pueden perjudicar o ayudar a la contaminación de nuestras tierras y el medio donde vivimos. En particular, el plástico, más en específico, las botellas de plástico son una de las causas más importantes. Se ha descubierto que la contaminación plástica, ha sido una gran dificultad para el planeta. El plástico, en el momento que es elaborado de polímero, ese plástico no es biodegradable y su descomposición es dificultosa. Por lo tanto, el plástico y el polímero, por lo regular, lo que se hace es que se reutiliza para ser más amigable con nuestro medio ambiente. Al igual con los desechos plásticos, la sociedad de la tierra y la condición de degradación. (Islam et al., 2019)

3.1 DESPERDICIOS PLÁSTICOS.

A la fecha, se estima que el plástico producido alcanza cifras de hasta 6,300 millones de toneladas, lo cual está generando enormes cantidades de desechos plásticos. Los números son demasiado altos y si se sigue de esta manera, la tierra se ahogará en plástico. Se han realizado diversas investigaciones, las cuales han demostrado que el plástico está en todo el mundo, ya que se descubrió que incluso en zonas o regiones donde se pensaba que no había contaminación, se han contaminado con microplásticos, como ser la región del Ártico. No se sabe mucho acerca del efecto que causa los microplásticos en los humanos. Pero de lo que estamos seguro es que, han estado en nuestras mesas, en diferentes formas como en sal o pescado que ingerimos. Asimismo, se han revelado imágenes donde las ballenas mueren por ingerir plástico, también, fotografías de animales acuáticos que mueren por asfixiarse o enredarse con estos residuos. Durante el pasar de los años, los niveles del uso del plástico han incrementado de modo importante, especialmente porque es un material económico, puede ser moldeado y puede mantener fresca la comida durante más tiempo. Recientemente, ha ocurrido una preferencia para realizar menos plásticos duraderos que dan problemas para su reutilización. Estos materiales se conocen como plásticos de un solo uso y significa el 40% de los plásticos fabricados. Se recicla sólo el 9 por ciento. (Mazhandu & Muzenda, 2019)

Una gran cantidad de termoplástico a base de hidrocarburo se puede transformar o reutilizar de una mejor manera, como en combustibles útiles, promoviendo su beneficio. Lo que evitará que estos acaben en algún basurero para plástico o que no acaben en el camino de los ríos u océanos. (Ramesh, 2018)

De acuerdo con lo dicho por (Mazhandu & Muzenda, 2019) respecto a que solo el 9 % de los plásticos desechados son reciclados, un factor de que esto suceda puede ser debido a que los productos plásticos permanecen mucho en el ambiente y llegan hasta los ríos. debido a las fuertes corrientes que se generan en temporadas de lluvias los ríos acarrear grandes cantidades de plástico y los van esparciendo a lo largo de su recorrido, esto genera que la recolección de estos

desechos plásticos sea muy difícil de recolectar y terminan afectando a todo el ecosistema llegando a terminar ingeridos por los animales.

3.1.1 DESPERDICIOS PLÁSTICOS EN OCÉANOS Y RÍOS.

Los desperdicios plásticos en las vías de los ríos del planeta se han vuelto un total desastre. Aproximadamente cinco trillones de plástico, los cuales pesan unos 322 millones de toneladas, están contaminando nuestros océanos y ríos, ese número avanza a una velocidad increíble por cada segundo que pasa.(Rojas, 2018)

Los ecosistemas acuáticos están en grave peligro debido al incremento de los residuos plásticos. Estudios han demostrado que en gran parte los de estos materiales provienen de ambientes terrestres. (van Emmerik et al., 2019)

Los desperdicios plásticos en océanos y ríos, es una de las dificultades más desafiantes para el medio acuático. Las consecuencias directas del mal manejo de los plásticos son: los animales acuáticos se enredan con los plásticos y también si hay demasiado plástico, puede provocar inundaciones ya que estos desperdicios cubren el paso del agua en los sistemas de drenaje. Al paso del tiempo, los desechos plásticos se van descomponiendo y se convierten en microplásticos, que después son ingeridos por los animales del medio acuático. (van Calcar & van Emmerik, 2019)

El principal ingreso de los desperdicios plásticos del océano es mediante los ríos. El top 20 de los ríos, contribuyen un 67% y el top 10 contribuyen un 90%. Esto resalta la urgente obligación de mejorar en nuestras observaciones. Una gran cantidad de los ríos más importantes se ubican en Asia y África. Considerando que el resultado de todos estos desperdicios es gracias a la exportación de plásticos que son difíciles de reciclar, desde los países con mejor economía, hasta los países con una economía baja. El 10 de mayo, las naciones unidas en la convención de Basel, con el motivo de disminuir las exportaciones declaró ilegal las exportaciones de plástico de los países miembro de dicha convención hacia otros países. (Garello et al., 2019)

3.1.2 DESPERDICIOS PLÁSTICOS EN HONDURAS.

En Honduras, La industria del plástico es la cuarta en sostenimiento de la economía del país y está generando empleos para el fortalecimiento de la economía del país. Por lo tanto, más que ver cómo afecta el plástico, se debe observar la manera como se está utilizando este material. La producción de la industria del plástico debe estar enfocada en utilizar materiales que puedan ser reciclados, es por eso que los empresarios tienen el deber de mantenerse informados con respecto a las diferentes oportunidades de mejora en el ámbito del reciclaje ya que esto sería muy beneficioso tanto para el país como para la propia industria del plástico. (*“Industria del plástico es la cuarta en sostenimiento de la economía del país”, Arnaldo Castillo, Ministro de Desarrollo Económico, 2019*)

A referencia de lo que dijo Arnaldo Castillo, No cabe duda de que existe una gran cantidad de plásticos que están ingresando a los diferentes hábitats del país, debido a eso, se debe mejorar la capacidad de reciclaje del país. Hoy en día existe una gran cantidad de información respecto al reciclaje y acceder a ella no es muy complicado. El plástico es un material bastante utilizado en la sociedad debido a sus múltiples presentaciones y usos que se le puede dar. Lastimosamente, la falta de información y de conciencia ambiental de las personas, provoca que estos materiales no sean desechados de manera correcta y terminan acumulados en las calles, ríos y océanos del país. Los ecosistemas marinos se ven gravemente afectados debido a la enorme cantidad de desechos sólidos que se desechan y debido a diferentes factores terminan acumulándose en los entornos marinos. Los principales materiales que se encuentran en los océanos pueden ser desperdicios plásticos, caucho, papel, algunos metales y vidrios. (Tuahatu et al., 2020)

Actualmente, en Honduras, la industria del plástico está buscando nuevas formas de ayudar al ambiente y han encontrado en el reciclaje una vía que es muy factible para ayudar al medio ambiente. Reducir las emisiones de plástico al ambiente están siendo prioridad en el país, ya que las industrias están invirtiendo grandes cantidades de dinero que servirán para abordar este problema. La industria del plástico reporta que tiene la capacidad para reciclar al menos unas 60 mil toneladas de desechos plásticos al año. El problema en sí no radica en los diferentes materiales que se acumulan en los ríos, océanos, y demás ecosistemas, la forma en que las personas utilizan estos materiales contribuye mucho a la formación de esta problemática.

("Industria del plástico es la cuarta en sostenimiento de la economía del país", Arnaldo Castillo, Ministro de Desarrollo Económico, 2019)

Debido a la cantidad de información que genera la contaminación del mar, los países con recursos técnicos han sido motivados a mantener permanente atención en los niveles de contaminación de las zonas costeras. En Honduras, las ciudades más industrializadas y pobladas se encuentran en la costa Atlántica, pese a esto, no se han realizado esfuerzos por monitorear los niveles de contaminación en las zonas costeras. (*View of Contaminación por desechos sólidos llevados por corrientes marinas a la costa caribeña de Honduras, s/f*)

Debido a que el volumen de contaminación marina por plásticos es cada vez mayor, hoy en día este problema está muy bien mediatizado, gracias a esto, se están llevando a cabo muchas campañas de concientización pública para tratar de reducir el uso de plástico y aumentar la cantidad que se recicla. (Leonard & Lucas, 2020).

Conociendo las consecuencias negativas de la contaminación producida por los desperdicios plásticos, se deben buscar soluciones oportunas y no precisamente la creación de impuestos o leyes que regulen el uso de estos materiales. De la mano de aspectos legales, se debe apelar a la conciencia social de las personas y brindar canales de información que sirvan como una manera de concientización sobre el uso de este tipo de materiales. (*"Industria del plástico es la cuarta en sostenimiento de la economía del país", Arnaldo Castillo, Ministro de Desarrollo Económico, 2019*)

Por otra parte, el papel que tienen las personas tiene un papel importante en la generación de este problema, el uso indebido y la poca información respecto a las consecuencias de un mal manejo de estos productos genera gran cantidad de canales en donde se acumulan estos desechos. Si bien es cierto que el plástico es un material muy útil para la sociedad y debido a los numerosos usos que se le puede dar, es un material que no puede faltar en los hogares hondureños, sin embargo, estamos de acuerdo con que a la hora de desechar estos productos se hace de manera irresponsable y no se piensa en las consecuencias negativas que pueden tener estos productos en el medio ambiente. Debido a esto, es necesario crear conciencia en las personas para poder desechar estos productos de manera más segura para el medio ambiente. Al no tener una forma segura de desechar estos productos, estos se acumulan en las calles, ríos,

playas etc. lo que causa un enorme problema no solo para la sociedad sino también para la fauna que interactúa con ellos. Teniendo en cuenta las principales zonas donde se acumulan estos desperdicios es importante monitorear constantemente los niveles de contaminación y las consecuencias que puede haber si no se trata el problema.

Debido al gran impacto de esta cantidad de plástico, los expertos opinan que la mejor forma de recolectar el plástico es en su forma macro ya que esto facilita mucho la recolección en el mar abierto. Para lograr esto, es importante ubicar los plásticos de las aguas cercanas a las costas e identificar los periodos de acumulación, haciendo esto, se optimizaría el esfuerzo realizado para la recolección. (Leonard & Lucas, 2020).

En un estudio realizado entre la laguna de Brus y Mokabita en el departamento de Gracias a Dios, se recogió y clasificó el material visible no biodegradable. De este estudio, se obtuvo que el 91.5% de los desperdicios eran artículos de plástico, 7.4% de vidrio y 0.94% de metal. De este estudio se obtuvo que corresponden 123.4 Kg de basura por km de playa. Entre todos estos desechos, hay muchos productos que no se consumen en el país ya que no aparecen en las playas aledañas a los principales puertos de cortes y ceiba. Sin embargo, estos mismos materiales fueron encontrados en algunas playas de Costa Rica. (*View of Contaminación por desechos sólidos llevados por corrientes marinas a la costa caribeña de Honduras, s/f*)

Gracias a este estudio, es posible darse cuenta de que este es un problema global y que la basura que se genera en otras ciudades o países puede viajar cientos o miles de kilómetros a través de los ríos y las corrientes marinas hasta los sitios donde se acumulan y generar diversos problemas al ambiente y fauna presente. Se tiene que estar pendientes de estos canales para intentar frenar el paso de estos desperdicios y evitar las consecuencias negativas en el medio ambiente.

El día 16 de octubre del año 2017, una fotógrafa hondureña publicó unas fotografías tomadas frente a Honduras en las cuales expone un escándalo ambiental. Esto sucedió debido a que se descubrió una gran área de escombros flotantes ubicada entre la isla de Roatán y la reserva marina Cayos Cochinos. La mayor parte de esta isla de escombros estaba compuesta por desechos ligeros como bolsas de plástico, botellas y espuma de poliestireno. Según las observaciones, se conoce que este fenómeno de acumulación de basura ocurre una o dos veces al año, el cual se

forma principalmente después de las fuertes lluvias en la región Centroamericana. Bajo ciertas condiciones de viento y corrientes marinas que se llegan a producir, los escombros son arrastrados y forman estas islas de plástico que se acumulan en las costas de Honduras, Guatemala Y Belice. Existen fuertes indicios de que gran parte de estos desperdicios provengan del río Motagua, este es un río que tiene su origen en Guatemala cuya desembocadura se encuentra en la bahía de Omoa en la frontera entre Honduras y Guatemala. La isla de Roatán está situada en el golfo de honduras, en donde la principal característica oceánica de la región es el corriente caimán la cual fluye hacia el oeste, luego hace un giro hacia el norte para convertirse en la corriente de Yucatán. Esta región está dominada por vientos alisios constantes de diciembre a mayo y ráfagas intensas de diferentes direcciones la temporada oeste de julio a octubre. (Leonard & Lucas, 2020).

La contaminación marina, especialmente por la enorme cantidad de plásticos, contaminantes orgánicos, productos farmacéuticos etc. ha provocado una alarma mundial por las dimensiones de la problemática y por qué aún se desconocen algunos efectos a mediano y largo plazo para la salud pública y del medio ambiente. Además, los efectos de la contaminación por desperdicios plásticos sobre la diversidad tropical son fácilmente observables en la interacción de los diferentes animales marinos y aves que entran en contacto con estos desechos. (López-Martínez, 2018)

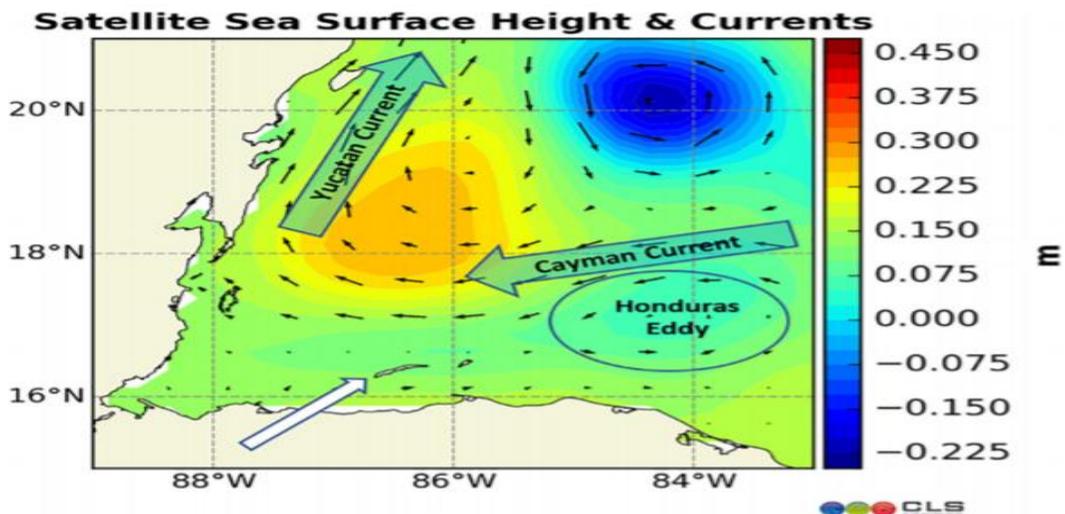


FIG. 1-Corriente de yucatán y corriente cayman.

Fuente: (Leonard & Lucas, 2020).

Es un hecho que en la actualidad nos enfrentamos a diversos problemas socioambientales y en el caso de la contaminación marina, se observa que la mayor parte de residuos son de origen terrestre en el cual, los principales canales donde se concentran son los ríos y playas. A todo esto, si se le suman las diferentes corrientes marinas que recorren las costas hondureñas hace que el problema sea aún mayor causando una enorme alarma en los entornos marinos ya que estas recorren los océanos esparciendo esta basura a lo largo de su recorrido creando enormes islas de plástico y perjudicando a toda la vida oceánica. Evitar que estas islas de plástico se formen es esencial ya que perjudica enormemente la vida de los animales que habitan en el mar ya que al hacer contacto con estos residuos pueden incluso llegar a morir.

3.1.2.1 CONTAMINACIÓN EN EL RIO MOTAGUA.

La república de Guatemala está ubicada al norte de Centroamérica y cuenta con una extensión territorial de 108.889 Km². Guatemala es un país con recursos naturales extremadamente diversos y presenta una de las tasas más altas de endemismo de especies en Centroamérica. Especialmente el departamento de Izabal, el cual es reconocido por sus diversos recursos naturales, diversidad cultural y por sus actividades comerciales que son esenciales para la economía local y nacional. La costa de Izabal se caracteriza por una bahía semicerrada conocida como bahía Amatique Y la península de Punta de Manabique, en donde las lagunas costeras, pantanos, bosques manglares, praderas de pastos marinos y parches de arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas más sobresalientes. Todos estos ecosistemas se ven influenciados por las mareas, las corrientes y dos sistemas fluviales como el río Motagua y el río Dulce. (González-Bernat & Clifton, 2019)

En Guatemala, luego de denuncias interpuestas por comunidades locales e incluso internacionales por la contaminación que acarrea el río Motagua, se realizó una caracterización de desechos sólidos en la playa del refugio de vida silvestre de punta de Manabique. En este estudio, se seleccionaron puntos de muestreo en tres zonas a lo largo de la playa, siendo esta la desembocadura Del río Motagua y las comunidades de San Francisco del Mar y cabo de tres puntas. En estos lugares, se recolectaron los desechos, se secaron y pesaron para luego ser clasificados en tres categorías, las cuales fueron:

1. Residuos orgánicos
2. Residuos Inorgánicos con valor de rescate.
3. Desechos sin valor o basuras.

Luego de clasificar los desechos, se obtuvo que en las playas protegidas existen 129,500 m³ de desechos marinos acumulados. El mayor porcentaje de estos desechos está constituido por desechos naturales y no por desechos antrópicos. También se determinó que los desechos inorgánicos con valor de rescate ya no tenían ningún valor ya que estos habían perdido sus características para poder ser reciclados. (*Ortiz-2018.-Caracterización-de-los-desechos-marinos-en-el-RVS-Punta-de-Manabique-Izabal.pdf, s/f*).

La comunidad de El Quetzalito está ubicada a 75 Km al noreste de Puerto Barrios, Izabal, en Guatemala. Forma parte de las áreas protegidas nacionales de Guatemala, llamado refugio de vida silvestre Punta de Manabique (RVSPM). Este refugio, es uno de los recursos marinos más importantes del país porque comprende desde arrecifes de coral, pastos marinos, ríos de agua dulce bosques latifoliados y manglares. (Mazariegos-Ortiz et al., 2020)

Debido a que la RVSPM forma parte de un marco regional de áreas marinas protegidas que se está desarrollando en el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM O MAR), es una región que se encuentra reconocida como *hotspot* de importancia biológica y económica mundial. Gracias a esto, las iniciativas regionales han mejorado tanto los problemas de gestión como los de conservación, los programas actuales se centran en implementar mecanismos de solución efectivos y de largo plazo. Un claro ejemplo del proyecto regional "Conservación de los recursos marinos en Centroamérica" que tiene como objetivo establecer la red de AMPS en la región SAM, mediante la adaptación al cambio climático, conservación de los recursos naturales y la permanencia de la conectividad del ecosistema y el uso sostenible de los recursos. (González-Bernat & Clifton, 2019)

En el quetzalito, se realizó un muestreo en la desembocadura del río Motagua, cuya cuenca atraviesa 14 departamentos y desemboca en la bahía de Omoa en la frontera entre Honduras y Guatemala. Este río sufre contaminación provocada por las descargas de aguas residuales e industriales, desechos sólidos y reforestación que se va dando a lo largo de toda la cuenca. Se han descartado materiales sólidos persistentes en todas formas y tamaños que están

abandonados a lo largo del medio marino, la presencia de estos materiales resulta en efectos nocivos sobre la biodiversidad marina, así como también sobre la salud humana. Estos desechos, conocidos como basura marina, provienen de una amplia gama de actividades terrestres y marinas y son transportados a los entornos costeros por medio de las fuertes corrientes marinas, vientos, ríos, aguas pluviales o residuales o simplemente son desechados deliberadamente por los lugareños y turistas en las playas y costas. (Mazariegos-Ortiz et al., 2020)

El río Motagua, es uno de los ríos más contaminados del país, esto representa una de las mayores amenazas ambientales para la zona. El río Motagua, es uno de los ríos de mayor tamaño de Guatemala alcanzando 486 Km de longitud. En la playa El Quetzalito, cerca de la desembocadura del río Motagua se recolectaron muestras de arena utilizando un protocolo de análisis y muestreo de microplásticos en playas arenosas. Aunque el tamaño de microplásticos se define entre 1 μm y 5 mm, para este estudio se tomaron muestras que van desde 1 mm hasta 5 mm. El proceso de recolección de estas partículas de micro plástico se realizó mediante un proceso de separación por densidad en la cual se utilizó una solución saturada de NaCl para posteriormente ser secadas a 60 ° C hasta que sus pesos se mantuvieron constantes.(González-Bernat & Clifton, 2019).

En los últimos años, los desechos plásticos se han convertido en un grave problema tanto para Guatemala como para honduras y, actualmente sería una enorme preocupación que ambos países están enfocados en resolver. Debido a que esta enorme cantidad de basura es arrastrada por los basureros urbanos y rellenos sanitarios no oficiales a cientos de millas río arriba del río Motagua. (Mazariegos-Ortiz et al., 2020)

La RVSPM busca proteger los ecosistemas que incluyen bosques, manglares, desembocaduras de ríos, etc. para permitir el desarrollo de la vida marina y de todas las especies marinas y terrestres. Además, trata de facilitar la obtención de beneficios a las comunidades siguiendo los principios del desarrollo sostenible. Algo muy importante es que se crean oportunidades para desarrollar proyectos científicos que generen un impacto en actividades de educación, redacción y ecoturismo. (González-Bernat & Clifton, 2019).

3.1.2.2 CONSECUENCIAS.

Debido a que los plásticos se pueden encontrar en cualquier parte y por qué tarda muchos años en degradarse, el plástico se está convirtiendo en una gran amenaza para la salud humana, los hábitats acuáticos tanto de agua salada como de agua dulce, la vida silvestre y las economías mundiales. De acuerdo con una revisión del daño causado por estos desechos en los ambientes marinos, muchos animales son afectados por las interacciones negativas con los desechos y esto afecta el bienestar de los animales que en combinación con el nivel de exposición puede llegar a ser fatal para ellos. En algunos casos, una gran cantidad de la población marina se ve afectada por lo que es vital reducir la entrada y la cantidad de desperdicios existentes en los ambientes marinos. (Kandziora et al., 2019a)

Resolver el problema de la contaminación por residuos plásticos es muy complejo ya que la producción de plástico en la tierra sigue aumentando y con ello existe más presencia de este en los ecosistemas terrestres y marinos. Pese a los diversos esfuerzos por reducir la contaminación, no todos los países cuentan con la infraestructura necesaria para la gestión de estos residuos plásticos. En consecuencia, al aumento de la producción de plástico mundial, cada vez existen más fugas de diferentes tamaños de este material hacia los ríos y océanos. Hoy en día, muchas especies de animales interactúan con este material afectando así la cadena alimenticia ya que últimamente se han encontrado residuos plásticos en algunos mariscos. (Rochman, 2016)

El aspecto económico es un gran incentivo para reducir la contaminación producida por los plásticos. Se ha demostrado que los desechos presentes en vías terrestres, ríos y mares, han presentado impactos negativos en el turismo. En un área de los Ángeles, California, las pérdidas de ingresos en el área turística cuestan alrededor de 68 millones de dólares al año. De forma similar, en Corea Del sur, las pérdidas por un evento de lluvia resultaron en una enorme cantidad de desechos costeros entre 29 y 37 millones de dólares. Para tratar de reducir estos impactos, los organismos gubernamentales han considerado variedad de legislaciones que les permitan reducir la cantidad de residuos presentes en el medio ambiente. (Schuyler et al., 2018)

la contaminación por desechos plásticos va incrementando año con año, esto debido a que el aumento de la población provoca varios efectos negativos en el medio ambiente, entre ellos se puede mencionar que hay un mayor consumo de energía. Debido al agotamiento de las

energías no renovables, se incrementa el uso de recursos naturales sin una gestión sabia, esto provoca una disminución de la cantidad y calidad y genera impactos negativos al ambiente ya que se generan desechos que son provocados por la humanidad. (Abukasim et al., 2020)

Se están tomando medidas de “mano y control” que buscan regular de manera directa las actividades o productos no deseados como aquellos productos plásticos de un solo uso. Por otro lado, existen instrumentos económicos que establecen incentivos o desincentivos financieros con el fin de influir en la conducta de las personas respecto al uso del plástico. (Schuyler et al., 2018)

Marine Conservancy publicó una estimación del tiempo que le toma descomponerse a los diferentes plásticos que se encuentran en las playas. Se estima que los vasos de poliestireno demoran unos 50 años aproximadamente en descomponerse, los envases de plástico para beber necesitan 400 años, los pañales desechables tardan unos 450 años y las líneas de pesca necesitan 600 años. (Abukasim et al., 2020).

Cada vez son más los desechos plásticos en el medio ambiente y debido a esto, se están convirtiendo en una creciente preocupación a nivel mundial. Esto se debe al consumo desmedido por parte de los seres humanos. Se espera que para el 2050, los océanos del mundo podrían tener más plástico que peces. Según estadísticas mundiales, los desechos plásticos más comunes son depositados en vertederos, se reciclan o se incineran. (Alqattaf, 2020)

Los océanos también se ven enormemente afectados debido a las grandes cantidades de plástico que acarrear las corrientes marinas. Debido a eso, la contaminación del medio marino ha recibido un interés considerable por parte de formuladores de políticas y científicos. (Koelmans et al., 2017).

El principal problema de los plásticos es que puede tardar entre 100 y 600 años en degradarse por lo que es vital buscar opciones para controlar la contaminación producida por los plásticos. Aunque reciclar todo este material sería muy beneficioso para el medio ambiente, el reciclaje es el método menos utilizado. Una enorme cantidad de plásticos presentes en los ambientes terrestres y acuáticos se fragmentan en partículas muy pequeñas y generan los que son llamados “microplásticos”. Estos microplásticos son muy dañinos ya que al ser demasiado pequeños pueden terminar en el cuerpo humano mediante la cadena alimenticia o a través del consumo de agua embotellada. (Alqattaf, 2020)

Una de las principales preguntas que se han formulado es si los desechos plásticos representan un riesgo para los ecosistemas marinos, para responder esta pregunta, se debe realizar una evaluación del riesgo que conlleva la exposición de los desechos plásticos con la amplia variedad de hábitats marinos, esto es complicado debido a que los artículos de plástico se presentan en diferentes formas y tamaños y poseen diferentes propiedades. (Koelmans et al., 2017).

3.1.2.3 MEDIDAS.

Los desechos marinos representan una grave amenaza a los ecosistemas terrestres y marinos por lo que se han convertido en uno de los principales desafíos para la humanidad. Se estima que cada año entran a los océanos entre 4.8 y 12.5 millones de toneladas de plástico. Las principales razones pueden ser la mala gestión de los residuos sólidos y el tratamiento insuficiente de las aguas residuales, debido a una responsabilidad social y empresarial inadecuada, la enorme cantidad de basura consumida a diario, los vertederos ilegales y los diversos desastres naturales. Todo esto contribuye a que los diferentes ríos y corrientes marinas arrastran estos desechos a lo largo de su recorrido generando asentamientos de plástico que afectan el medio ambiente y la vida de los animales que interactúan con estos residuos. (Kandziora et al., 2019)

En todo el mundo se están presentando problemas de contaminación debido a los desperdicios plásticos, debido a eso se están tomando acciones que buscan controlar esta situación determinando las fuentes que contribuyen a que este problema siga creciendo. (Chae & An, 2018)

Actualmente, se están tomando varias medidas para tratar de reducir la acumulación de desechos plásticos en el medioambiente. Principalmente se está llevando a cabo algo conocido como 3R, esto consiste en formar un ciclo con los desperdicios el cual sería: Reutilizar, Reducir y Reciclar. Con este proceso se busca la utilización repetida de los desechos plásticos, con esto se trata de reducir la compra y el uso de productos plásticos, especialmente los productos desechables. Reutilizar y reducir se puede relacionar con el comportamiento humano ya que de ellos depende reducir la circulación de plástico en el medio ambiente, Reciclar tiene que ver con el procesamiento que se les da a los diferentes productos plásticos para poder transformarlos en

nuevos productos que generen valor económico. Para realizar el proceso de las 3R, se debe concientizar a las personas ya que el conocimiento sobre el impacto de los residuos plásticos puede generar que las personas les den un mejor uso a los materiales y que elijan sabiamente productos que no sean tan perjudiciales para el medioambiente. (Abukasim et al., 2020)

Si bien es cierto, (Abukasim et al., 2020) tiene razón en que el Ciclo de las 3R es una buena solución para reducir la contaminación, existe mucho plástico que se encuentra en los ríos y mares y en muchas ocasiones recolectarlos no es una tarea fácil. Aunque se logre resolver el problema de recolección, estos desechos se encuentran en variedad de formas y tamaños por lo que es muy seguro que no todo el plástico recolectado pueda ser reciclado.

Otra forma de combatir este problema es la formación de redes de desechos marinos, estas redes son un modo de organización que facilita la acción colectiva y la cooperación para producir información internacional para lograr la construcción de estrategias conjuntas que sirvan para la resolución del problema de contaminación. Estas redes ofrecen información ambiental y científica que puede servir a todos los miembros que están conectados a través de la red y se proporcionan vínculos con otros grupos de interés. Estas redes, tratan de construir puentes que ayuden a acercar la información hasta las partes interesadas como los gobiernos nacionales, trabajadores informales, el sector académico, el sector privado y los encargados del desarrollo regional. La manera en que estas redes influyen en la toma de decisiones depende de su estructura, deben contener representantes de diferentes áreas, deben estar incluidos los sectores comunitarios y voluntarios, representantes del gobierno y las empresas. Las redes forman parte esencial en el ámbito de las políticas ambientales y de desarrollo. La relevancia de las redes aumentó principalmente después de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), esta conferencia también es conocida como Cumbre de la Tierra. Durante esta conferencia, debido al alcance mundial con que cuentan las redes, lograron ser escuchadas por primera vez. Desde ese entonces, el número de redes y su influencia en la configuración de los procesos ha aumentado considerablemente. (Kandziara et al., 2019)

Para lograr la recolección de los desechos plásticos, es necesario determinar las ubicaciones donde este se encuentra acumulado. Reducir la cantidad de plásticos reduciría el impacto negativo que este produce en los ecosistemas. Para abordar este problema, se colocaron

redes de arrastre de superficie como recolectores de plástico para evitar el paso de estos desechos centrándose en el flujo de los plásticos a través de los ríos evitando que estos puedan llegar a las costas donde se acumulan grandes cantidades de plástico. La recolección de los desechos plásticos es mucho más beneficiosa si se realiza en los ríos y cerca de las costas, evitando que este se hunda, sea consumido por la vida silvestre. (Rochman, 2016)

La formación de redes de desechos marinos es una estrategia para lograr un cambio social proporcionando plataformas para compartir ideas y generar un cambio a nivel mundial. Estas redes buscan formar una visión común y para eso siguen un enfoque sistemático común, para lograr esto, siguen un enfoque basado en la Estrategia de Honolulu. Lo que se quiere lograr es evitar más emisiones de basura de fuentes terrestres y marinas, además se busca reducir la cantidad de desechos marinos en las costas. Las redes de desechos marinos son muy importantes para los países, estas constituyen un papel activo en la asistencia a los países para que puedan alcanzar sus objetivos de desarrollo sostenible. El ODS 14, "Vida submarina" y el ODS 17, "Alianzas para los objetivos", estas redes crean una acción conjunta entre la política, la industria y la sociedad, conectando grupos que comparten los mismos intereses. El ODS 14 busca la conservación y el uso sostenible de los océanos, mares y recursos marinos mientras que el ODS 17 busca asociaciones internacionales que puedan apoyar a lograr los objetivos.

La contaminación producida por los desechos plásticos está relacionada con el ODS15 "Vida en la tierra, el objetivo de este ODS es proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, ya que se estima que gran parte de los escombros provienen directamente de la tierra. (Kandziora et al., 2019)

3.2 RECICLAJE.

Para los envases de plástico se encuentra un uso común en una variedad de aplicaciones para la vida diaria de todos. En conclusión, la fabricación y empleo de los envases plásticos ha incrementado considerablemente con el pasar de los años. La demanda de estos envases especialmente en la fabricación o en la industria del agua y refrescos, ha causado una dificultad ambiental, ya que estos envases no se destruyen o eliminan correctamente. Las estadísticas arrojan que las personas por cada año, los desperdicios plásticos ascienden entre los 8 y 9 millones

de toneladas a nuestro entorno, el cual dentro de esas cantidades el 40% es Tereftalato de Polietileno (PET) el cual es el plástico que se utiliza en las botellas de agua y refresco. Este material es de bajo costo y está elaborado en grandes cantidades. En el mar del Este, en Vietnam, se descartan en torno a, 0.28-0.73 millones toneladas / año de desperdicios plásticos, está en la cuarta posición en el mundo. Esto crea un problema de protección para las rutas de los barcos y contamina la pesquería. Por lo general, estos desperdicios plásticos son quemados o enviados hacia un basurero de desperdicios plásticos. El efecto de quemar 62 metros cúbicos de desperdicio plástico duro crea metano, el cual es igual a una tonelada de CO₂. (Duong et al., 2018)

El medio ambiente se encuentra enormemente cargado de desperdicios plásticos que debido a sus características permanecen durante muchos años sin degradarse. Este plástico no solo representa una gran amenaza para el medio ambiente, sino que también para todos aquellos seres vivos que interactúen con él. (Moharir & Kumar, 2019)

Analizando lo mencionado por (Moharir & Kumar, 2019) respecto al plástico, en verdad el medio ambiente se está llenando de plástico y esto está generando consecuencias negativas. Es de vital importancia afrontar este problema y fomentar el reciclaje como uno de los principales métodos de eliminación de desechos plásticos en el medio ambiente.

TIPOS DE RECICLAJE:

La cuestión no es el plástico, es el uso que se le está dando y nuestra educación de utilizar y botar. Casi todos los plásticos (más en específico, PE, PP and PS) contienen lo que es la energía derivada del petróleo con la que fueron producidas. Para comparar, el polímero que no es derivado del petróleo. Contiene una densidad energética de 24 MJ/ kg. En vez de verlo como un desperdicio plástico o contaminante, lo que podría hacer es, generar energía cambiándola por un nuevo material.(Ramesh, 2018)

Para que el proceso de reciclaje de plástico sea exitoso, se necesita que haya una fuente confiable de plástico, una recolección óptima y un sistema de separación. En Vietnam ha funcionado durante 10 meses, se crearon 3 estaciones para poder hacer la recolecta de botellas plásticas en las zonas rurales (Hoa Vang dis / Da Nang city). Para mantener entusiasmado a los

consumidores a seguir reciclando, cada hogar tiene un almacén verde para desperdicios plásticos y paga con dinero por tu esfuerzo. (Duong et al., 2018)

3.2.1 PLÁSTICO RECICLADO.

El termoplástico se empezó a fabricar a gran escala en 1920 con la producción del PVC y después de 25 años se empezó a usar PS, PET, PE y PP los cuales tenían una producción a gran escala. PVC (polivinilcloruro) inició su producción en grandes cantidades en 1926, PS (poliestireno) inició su producción en grandes cantidades en 1931, PE (polietileno) inició su producción en grandes cantidades en 1933, PET o PETE (éster de tereftalato de polietileno) inició su producción en grandes cantidades en 1941, PP (polipropileno) inició su producción en grandes cantidades en 1951. De estos plásticos los PE, PP y PS están hechos de petróleo, siendo de plástico etileno, propileno y estireno. (Ramesh, 2018)

Uno de los materiales más encontrados en el ambiente es el polietileno (PE). En Europa gran parte de los desperdicios plásticos se recuperan para ser reciclados de los cuales un 46% son residuos de PE los cuales extraen de la fuente. (Bishop et al., 2020)

En el año 2016, las estimaciones de desechos plásticos que fueron arrojados a vertederos en el continente europeo rondaron los 7.5 millones de toneladas. Esto genera una importante área de mejora en temas de reciclaje mejorando los vertederos utilizando iniciativas inspiradas en la economía circular. (Canopoli et al., 2020)

Los plásticos que más se usan son PET, HDPE, LDPE, PVC, PP y PS. También hay otros polímeros que sus propiedades tienen "mejoras" son llamados "polímeros de ingeniería" como, por ejemplo: ABS, PC y PUR. Pero claro, el plástico "puro" tiene sus desventajas ya que tiene una alta degradabilidad, mala propiedad térmica, mecánica y la estética también es de una calidad no muy buena. Estos plásticos pueden necesitar ajustes químicos, como: plastificantes, antioxidantes y / o estabilizadores) esto para poder conseguir un funcionamiento deseado. Por consiguiente, se necesita saber sobre la composición de estos residuos, para poder optar por un proceso de reciclaje de plástico. (Faraca & Astrup, 2019)

El biopolímero es un tipo de polímero que es de base biológica, biodegradable o ambos. Pero al igual es importante saber que este término se puede usar como sinónimo de polímeros

renovables, pero esto no quiere decir que sean inherentemente biodegradables. Más bien, la biodegradabilidad no se determina a que estos polímeros sean de base biológica, con algunos basados en petroquímicos tradicionales, también muestran esta propiedad ambientalmente atractiva, como ser policaprolactama (PCL). estos biopolímeros se pueden calificar en 3 clases:

1. Polímeros naturales,
2. Polímeros derivados de la fermentación microbiana
3. Sintéticos, polímeros basados en monómeros naturales.

(Payne et al., 2019)

La gran parte de los polímeros de base biológica que están o que se pueden encontrar en los desperdicios plásticos de nuestras casas, pueden terminar en los océanos, estos plásticos son los siguiente: Polietileno (PE), que incluyen una baja densidad (PELD), baja densidad lineal (PE-LLD) y alta densidad (PEHD), Polipropileno (PP); Cloruro de polivinilo (PVC), Poliestireno (PS), Policarbonato (PC), Polietileno, Tereftalato (PET); Ácido poliláctico (PLA). Estos plásticos tienen una demanda del 80% en Europa. Pero las 3 principales por cuota del mercado son: PE (29,8%), PP (19,3%) y PVC (10%). (Balsi et al., 2018)

Tabla 1: Tipos de plástico reciclables.

Pet (Polietileno Tereftalato)	Este plástico es el que más se recicla	Se usa frecuente para lo que es desechables transparentes. Como ser: botellas de plástico, refrescos, enjuague bucal, entre otros.
HDPE (polietileno de alta densidad)	Tipo de plástico que es reciclable y se hallan en color gris.	Usualmente se encuentran en: botellas de leche y detergente, entre otros.

PVC	No es posible el proceso de reciclar	Este tipo de plástico se puede encontrar en una gran cantidad de opciones, como ser: blíster, tuberías, entre otros.
polietileno de baja densidad	Es uno de los plásticos que se pueden reciclar.	Bolsas de pan, botellas rotas, entre otros.
Polipropileno	Es uno de los plásticos que se pueden reciclar.	Pajillas de plástico, botellas para la salsa soja, entre otros.
Poliestireno	Es uno de los plásticos que no se pueden reciclar, pero solo en condiciones normales.	De este plástico hay dos tipos: el 1. Duro y quebradizo, en este plástico están los CD, tenedores plásticos y entre otros. Estos algunos están hechos de plásticos reciclados. 2.expandido, bandejas para carne, envases de frijoles y entre otros
Otros	Estos son los plásticos que no se pueden reciclar en situaciones normales	aquí se incluyen esos plásticos como: bioplásticos, plásticos compuestos, entre otros.

Fuente: (Abukasim et al., 2020)

3.3 MÁQUINA PARA RECICLAR.

Las trituradoras son una herramienta popular en varias industrias y están diseñadas para triturar objetos u objetos como papel, metal, plástico, etc. Las características del sistema triturador cambiarán su función en la misma fábrica, las características del triturador pueden ser diferentes. Por ejemplo, en la industria del plástico se pueden encontrar trituradoras con ejes rotativos, combinada con un juego de hojas o dos filas de hojas móviles. En ambas opciones, la máquina

trituradora trata de hacer girar esas cuchillas. La rotación de esas cuchillas depende o son proporcionadas por un eje, puede ser sólido o hueco, esto se usa para la transmisión de potencia en las maquinarias y máquinas mecánicas.(Vicente et al., 2019)

Esta máquina trituradora, está conformada por un solo eje, el cual tiene el trabajo básico, que es cortar el material. El corte del material va a depender mucho de la resistencia del corte y la resistencia al impacto. El problema de las máquinas recicladoras es: tienen un costo elevado y su configuración es difícil. Para solución de ese problema se desarrolló esta máquina trituradora de plástico, que se podría empezar el triturado sin ninguna habilidad alguna. (Reddy & Raju, 2018)

La trituradora de cascaras y cáscaras de coco, fue hecha para triturar la cáscara como producto final después del proceso de trituración de la cáscara de coco. El objetivo primordial de esta máquina es poder reducir los desechos de las cáscaras de coco joven después de la recolección, la máquina es ideal para agricultores pequeños, que quieran ganar un ingreso adicional por los desperdicios que quedaron atrás. El objetivo es poder tener las cáscaras trituradas en porciones finas para poder hacer cascarilla, carbón activado, pepitas o carbón vegetal. (Ameary Syed Ariffin et al., 2020)



Fig. 2-Desarrollo de la máquina.

Fuente: (Ameary Syed Ariffin et al., 2020)

Tabla 2: Ecuaciones.

Formula	Descripción
$T = \frac{P}{W}$ <p>Ecuación 1-Torque</p>	Donde: T es el torque producido por el motor. P es la potencia del motor. W es la velocidad angular.
$\tau_{max} = \frac{TD}{2J}$ <p>Ecuación 2- esfuerzo Maximo</p>	Donde: T=torque D=Diámetro del eje. J= Momento polar del área.

Fuente: (Vicente et al., 2019).

3.3.1 CORROSIÓN.

Las estructuras que están en el mar necesitan algún diseño óptimo para prevenir los ataques de corrosión. Crear una protección para los inconvenientes de la corrosión, nos puede llevar a conseguir que estas estructuras o plataformas que se ubican en el mar mejoren su vida útil y así ahorrar en lo que es el mantenimiento. Los causantes de esta corrosión son: la humedad, las sales y el oxígeno, esto ocasiona que la corrosión se extienda por la atmósfera y por el agua del océano. A su vez, las altas temperaturas y potencial electroquímico provocan que la tasa de corrosión empeore. (Altaf, 2019)

Cuando las propiedades del metal son afectadas por alguna acción química o electroquímica con el medio ambiente, nos da entender que hay o habrá oxidación. La Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión (NACE), valoró que el precio global por causas de la oxidación o corrosión será de \$2.500 millones anuales, casi el 3.4% del PIB a nivel global. A su vez consiguieron estimar cuanto se gastaría en las mejores opciones para poder contrarrestar la corrosión, esto es, \$375-875 mil millones. Entre otras opciones o prácticas para evitar la oxidación,

Los inhibidores de óxido se utilizan en todas partes para proteger temporalmente contra la oxidación durante la fabricación, almacenamiento y transporte de mercancías. (Tang, 2019)

Lo siguiente que se necesita para que exista corrosión es: A. Ánodo: área dañada B. Cátodo: área protegida C. Electrolito: dispositivo para conducir electricidad (suelo, agua, etc.) D. ruta de conducción: la relación entre el ánodo y el cátodo. (Altaf et al., 2018)

Por lo general el agua que proviene de los mares, contiene un aproximado de 3.4% de sal y la cual es un poco alcalino. Lo que influye en la corrosión del agua de mar, es el contenido de oxígeno, pH, velocidad, temperatura y organismos biológicos. El gran ataque de corrosión es en el área de salpicadura, por diferentes alternativas, las cuales son: humedad, secado y aireación. Entre más profundidad este el metal en el mar, menor será la corrosión ya que disminuye la temperatura. A pesar de esto, aumenta la presión y aumenta el daño por fractura en las zonas afectadas.(Altaf, 2019)

El proceso de desintegración depende de los tipos de sales aniónicas que se pueden separar en sales de oxidación y haluros. El daño a ambos grupos de sal generalmente ocurre usando ácido / El producto original similar al utilizado para descomponer el agua. La principal diferencia entre la base de agua y la base de sal fundida son los compuestos iónicos contenidos en el producto. Estas no son las grandes cantidades de iones de hidrógeno que se encuentran en los líquidos, sino los iones cargados en la sal fundida.(Bell et al., 2019)

Tabla 3: Comparación de la calidad del agua del puerto de Karachi cerca de astillero naval de Pakistán.

Parámetros.	Caso I: Standard	Caso II: Muestra
Salinidad (ppt)	32-40	31.2
Conducción eléctrica (m Mho/cm)	52000	47400
pH	7.9-8.2	6.79

HCO ₃ ⁻¹ (PPM)	139	179
--------------------------------------	-----	-----

Fuente: (Altaf, 2019)

TIPOS DE CORROSIÓN.

El daño por corrosión puede presentarse de muchas maneras y afecta de manera significativa las propiedades de los metales. Debido a eso, es importante conocer cómo se producen y que efectos tienen en los metales.

A Continuación, algunos tipos de corrosión.

Tabla 4: Tipos de corrosión.

Corrosión uniforme	Se trata de una pequeña cantidad de hierro sin penetración profunda en el metal.	La oxidación es una manera de corrosión uniforme
corrosión Galvánica	Es cuando hay dos metales tocándose directamente entre sí.	La corrosión de una tubería de acero con suplemento de latón.
Picaduras	Esta forma de corrosión se trata de una zona pequeña del hierro que se daña o se corroe, para crear picaduras o incisiones, mientras que los demás del hierro está libre de corrosión	

Corrosión por grietas	Esta forma ocurre en espacios pequeños	Huecos y cavidades entre áreas contiguas
Corrosión intergranular	Es la desintegración de los metales en los extensos límites del grano	Para las aleaciones que son fuertes a la corrosión, como ser el acero inoxidable, este tipo de corrosión, se forma cuando los límites se reducen.
Corrosión por tensión	El metal se agrieta gracias a la deficiencia de los metales, esto por la combinación de la tensión y ambiente corrosivo. Esto puede ocasionar una falla de repente de los metales dúctiles	

Fuente: (Altaf et al., 2018)

3.3.1.2 ANTICORROSIVOS.

Cuando los metales son afectados por corrosión, estos pueden sufrir cambios físicos que modifican sus características lo que los llevaría a una posterior deficiencia del metal. Cuando las condiciones del metal se ven perjudicadas es necesario utilizar agentes externos que los protejan. (Nazeer & Madkour, 2018)

El propósito de este tipo de recubrimientos no radica solo en aumentar el valor estético de los metales, sino también proporciona protección anticorrosiva y mejora las cualidades mecánicas. La vida útil de una capa de pintura depende de la capacidad de adherencia que existe

entre los materiales y también del grosor que se le vaya a dar a la capa de pintura. (Nyaguly et al., 2018)

En el mar se encuentra uno de los ambientes más corrosivos para los metales debido a la gran cantidad de sal que está presente en el agua. Estos efectos se pueden observar en las plataformas marinas ya que estas se ven fuertemente atacadas por la corrosión. Es por eso por lo que se debe tratar de dar una solución que permita reducir el mantenimiento de estas plataformas. (Altaf et al., 2018)

Uno de los métodos para proteger a los metales de la corrosión es agregando una capa de pintura protectora. Las pinturas anticorrosivas son una mezcla de materiales que forman una película protectora, agentes colorantes y disolventes. (Bai et al., 2008).

Aplicar capas de pintura para cubrir las superficies metálicas es muy bueno ya que al hacerlo se dota de mejores propiedades metálicas. Este tipo de pintura puede ser aplicada tanto en superficies metálicas y no metálicas. Los materiales ferrosos son los más propensos a sufrir problemas de corrosión por lo que es vital protegerlos utilizando algún producto anticorrosivo. (Nyaguly et al., 2018).

En un estudio se utilizó el copolímero de estireno-acrilato (1058M) como material protector, este copolímero utiliza colorantes y disolventes como componentes principales. Las principales características de esta pintura es que utiliza agua como diluyente además de que no es inflamable posee una baja capacidad toxica, no contamina demasiado al ambiente y su proceso de separación no es muy complicado. Las pinturas fabricadas con este copolímero se posicionan como una de las principales tendencias en pinturas protectoras debido a que aporta una gran resistencia al agua salada. (Bai et al., 2008).

La protección de los metales con recubrimientos ha sido un tema de interés para la ciencia durante muchos años. Muchos recubrimientos que se utilizan generan muchas preocupaciones debido a que usan algunos compuestos orgánicos volátiles y contaminantes peligrosos y utilización de cromo. Es conocido que los productos que contienen cromo pueden ser perjudiciales para la salud debido a que son tóxicos y cancerígenos. (Nazeer & Madkour, 2018)

En la siguiente tabla se observarán algunas características de la pintura anticorrosiva a base de relaves, dispersa en agua.

Tabla 5: Principales características y método de estudio realizado.

Característica.	Rendimiento.	Método de estudio
Apariencia de la película	marrón amarillento.	Vista.
Viscosidad.	96/239 (cizallamiento medio / cizallamiento alto)	viscosímetro ICI.
Fuerza de choque (Kg/cm)	≥50	GB / T1732-93
Tiempo de secado de película completa (h)	≤6	
Resistencia al agua salina / d	La película no tiene burbujas ni manchas de óxido en 24 días.	GB1763-79
Resistencia al barniz alquídico	La película no se rompe, no se despega	GB51010-87
Tiempo de almacenamiento / meses	6	

Fuente: (Bai et al., 2008).

Debido a que en la capa de pintura aplicada sobre superficies metálicas pueden aparecer grietas que son causadas por diferentes factores relacionados con la rigidez de los materiales y esfuerzos cortantes producidos por la carga entre ambos materiales. Para evitar este problema se deben tomar en cuenta las propiedades de ambos materiales y tratar que la rigidez de los dos sean lo más parecidos. Para obtener la capa de pintura en cuenta se debe analizar la estructura que se desea recubrir. Se debe tener en cuenta que la rigidez a la flexión se ve influenciada por el módulo de elasticidad y el espesor deseado de la capa de la pintura. En las nuevas estructuras compuestas por los materiales metálicos recubiertos con pintura pueden aparecer grietas en la pintura que son causadas por los esfuerzos cortantes debido a la diferente carga de ambos

materiales. Para evitar que estas grietas aparezcan se debe tratar de que la rigidez de los dos materiales sean lo más parecidas posible. Se debe tener en cuenta que la rigidez a la flexión se ve influenciada por el módulo de elasticidad y el espesor deseado de la capa de la pintura. (Nyaguly et al., 2018)

A continuación, se muestra una comparación entre la pintura anticorrosiva a base de relaves, dispersa en agua y otros tipos de pinturas anticorrosivas existentes en el mercado.

Tabla 6: Comparación de parámetros clave respecto a otros productos anticorrosivos.

Muestras	A	B	C	D	E	F	G	H
Tiempo de secado de la superficie de la película (h)	≤ 1	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 0.5	≤ 5	≤ 5	≤ 3	≤ 1
Tiempo de secado de película completa (h)	≤ 6	≤ 24	≤ 24	≤ 8	≤ 24	≤ 24	≤ 20	≤ 6
Fuerza de choque (N·cm)	≥ 490	≥ 490	≥ 490	≥ 490	≥ 490	≥ 490	≥ 490	≥ 490
Resistencia al agua salina (d)	≥ 24	≥ 4	≥ 7	≥ 10	≥ 7	≥ 2	≥ 5	≥ 21

Notas sobre los tipos de pintura en la Tabla:

A - pintura anticorrosiva a base de relaves, dispersa en agua.

B - Recubrimiento anticorrosivo de látex que utiliza acrilatos modificados con epoxi.

C - pintura anticorrosiva sobre óxido.

D - pintura anticorrosiva dispersiva en agua.

E - pintura anticorrosiva fenólica de color amarillo zinc (HG / T3345-1999)

F - pintura anticorrosiva fenólica de sesquióxido férrico (HG / T3345-1999).

G - pintura anticorrosiva fenólica hematita de mica (ZBG 51104-87).

H - Pintura anticorrosiva dispersiva en agua preparada con un residuo de lixiviación de amoníaco.

Fuente: (Bai et al., 2008).

Debido a que los anticorrosivos comunes pueden llegar a ser nocivos para el medio ambiente, se están buscando nuevas formas más amigables que sean capaces de proteger a los metales, debido a eso, los revestimientos inteligentes son considerados como el futuro en materia de anticorrosivos. Se consideran recubrimientos inteligentes debido a que estos tienen la capacidad de percibir su entorno y reaccionar de la mejor manera a los estímulos recibidos. Actualmente se está trabajando en desarrollar estos recubrimientos. En la actualidad, los revestimientos más utilizados son los autocurativos y los autolimpiables. (Nazeer & Madkour, 2018)

A continuación, se mostrarán algunos tipos de anticorrosivos inteligentes.

TABLA 7: ANTICORROSIVOS INTELIGENTES.

Anticorrosivo	Descripción.
Recubrimientos de conversión química	Recubrimiento de conversión química. Este tipo de recubrimiento se produce mediante la conversión electroquímica del metal, de esta reacción se forma una capa de óxido metálico mixto. Las principales características son: muy buena eficiencia, excelentes capacidades mecánicas, es amigable con el medio ambiente y bajo costo. El recubrimiento de conversión de cromato es el más utilizado en este tipo de conversión debido a que posee una muy buena capacidad de autocuración, es de bajo costo y no es difícil de aplicar. La principal desventaja de este recubrimiento es que el cromato posee efectos cancerígenos por lo que la asociación ambiental (EPA) ha restringido su uso.
	Este método muy importante que fabrica nanocontenedores que van liberando su contenido inhibidor de corrosión de manera regulada. Con este

<p>Nanocontenedores con ensamblaje capa por capa.</p>	<p>método es posible controlar el tamaño de las capas que se van a aplicar ya que se pueden formar películas finísimas llegando a ser de escalas nanométricas. Se puede ajustar la naturaleza de las capas si se controla la temperatura, fuerza iónica, el pH o los campos magnéticos. La ventaja de este método es que gracias a que se utilizan múltiples capas conserva la integridad del recubrimiento y permite una liberación controlada del inhibidor.</p>
<p>Revestimiento de polímero de recuperación de forma.</p>	<p>Este es un polímero que posee memoria de forma es de lo más novedoso que se está utilizando como recubrimiento para metales. Estos materiales que son capaces de volver a su forma original debido a que pueden responder a señales como la luz y el calor se conocen como polímeros SM. Los demás métodos utilizados para la autocuración utilizan una reacción química n sus mecanismos, debido a esto pueden aparecer reacciones indeseadas que podrían afectar la curación. Con los polímeros de recuperación de forma se pueden eliminar estos problemas sin necesidad de reacciones químicas ya que posee un mecanismo que reacciona a los estímulos térmicos.</p>
<p>Recubrimientos poliméricos a base de nano / microcápsulas</p>	<p>Existen varias técnicas para lograr reparar los danos en las superficies las cuales pueden ser muy complicadas, requieren mucho tiempo y suelen ser demasiado costosas. utilizando los diferentes métodos de recubrimientos inteligentes se pueden reparar de forma más eficiente aquellos danos y grietas que no se ven a simple vista. Los métodos utilizados para la elaboración de nano/microcápsulas dependen mucho del tamaño del</p>

	<p>contenedor que se planea utilizar. estos nanocontenedores son utilizados como recubrimientos de polímeros orgánicos que son vitales para poder ser utilizados como recubrimientos autorreparables. Las carcasas utilizadas para la fabricación de microcápsulas sirven como reforzamiento entre la unión de la película de pintura y la microcápsula.</p>
<p>Recubrimientos de nanotubos de carbono y arcilla</p>	<p>Últimamente se los contenedores de carbono de han estado investigando debido a que pueden ser usados como contenedores del agente autocurativo. Los resultados de las investigaciones realizadas demostraron que estas pinturas a base de nanotubos de carbono son capaces de formar múltiples capas de películas de autocuración por medio de estímulos eléctricos en las capas de unión p-n. debido a los estímulo eléctricos recibidos el recubrimiento actúa para cubrir el daño generado por la corrosión en las superficies de los metales. Un nano contenedor que utiliza CNT como componente de almacenamiento de los agentes curativos logra ralentizar la propagación de la grieta sellándola luego de que se libere el agente curativo en el exterior de la pared dañada. Estos nanotubos de carbono tienen el potencial de ser la próxima generación de materiales ligeros que son utilizados como agentes autocurativos. El aspecto negativo de estos nanotubos es que son muy costosos y pueden llegar a ser tóxicos. Sin embargo, para superar este aspecto negativo, se investigó acerca de un nuevo nanotubo a base de arcilla Halloysita. Este nanotubo de arcilla es un material natural que no produce riesgos al medio ambiente y no es toxico.</p>

Fuente: (Nazeer & Madkour, 2018).

De acuerdo con las investigaciones anteriores, se observa que es importante analizar las propiedades de los materiales y el entorno al que se estarán sometiendo para poder evitar que los problemas de corrosión que se puedan presentar. Si se analiza el ambiente y sus efectos en los metales se podrá actuar de manera correcta para protegerlos y se evitara futuras consecuencias negativas.

3.3.2 MECANISMO DE VIBRACIÓN.

Para definirlo de una manera más simple, la concentración por gravedad (mesa vibradora) es una manera para poder aprovechar las distintas densidades entre partículas minerales. El resultado de esa diferencia es que, tienen un movimiento individual relativo que es contra las fuerzas de la gravedad, pero esto depende de diversos factores, como ser: viscosidad del lugar, densidad, peso, tamaño. Aunque este interés sobre el aprovechamiento de la gravedad concentrada se da desde la Odisea de Homero, según Wills, siguió cultivando maneras para tener una mejor recuperación y producción. Posteriormente se desarrollaron múltiples investigaciones y se desarrollaron gran cantidad de equipos y la aplicación ha sido un éxito. Entre los más famosos y exitosos son los que tienen jigs centrífugos (minerales que contienen oro, estaño, arenas minerales, cromita, hierro, carbón, etc.). (Yıldırım Gülsoy & Gülcan, 2019).

Las concentradoras (mesas vibradoras) recoge el oro en una pendiente pronunciada, con rifles que tienen un movimiento de izquierda a derecha, de ahí, la pulpa recoge los minerales con agua y los cuales 20 – 30% son molidos y estos minerales son distribuidos a lo largo de la mesa como los más pesados. El oro y el sulfuro se dirigen de una manera lenta por medio de los rifles y son recolectados en una esquina de la concentradora de oro. (Veiga et al., 2018).

Este método de concentración por gravedad que se desarrolló, llamado “mesa vibratoria” deja que las partículas se puedan separar entre sí, gracias a las distintas densidades que hay entre ellos. Se sustenta una mezcla heterogénea en la vía inclinada, ya puede ser seco o húmedo, teniendo un porcentaje sólido sustancial. Las muestras de partículas están sobre una cama balanceada, en la cual las partículas que tienen más densidad se desplazan hacia abajo, con velocidades relativamente altas paralelo a las partículas ligeras. El resultado, las partículas con más

densidad son llevadas hacia arriba, mediante una superficie dentada por vibración lineal. La frecuencia de vibración está dirigida en función a las características que presentan las muestras. Las otras partículas que están por encima de la cama de balanceo, los arrastra una corriente de agua en dirección de la inclinación. El agua es suministrada mediante lavado de agua y chorros de agua. El lavado de agua quita las partículas más ligeras, los chorros de agua ayuda a la separación real en la cama de fluidizado. Estos dos son los factores más importantes. Los cuales son configurados por la tasa de agua y un control de válvula.(Yıldırım Gülsoy & Gülcan, 2019).

CAPITULO IV. METODOLOGIA.

4.1 ENFOQUE.

La determinación de un enfoque de investigación es muy importante ya que este ayuda a abordar un tema de investigación de manera más clara. El enfoque que se utilizará para realizar este proyecto será un enfoque cuantitativo ya que se obtendrán resultados objetivos que estarán sustentados numéricamente. Las investigaciones basadas en un enfoque cuantitativo se caracterizan por el uso de la medición numérica con la cual se ponen a prueba la hipótesis realizada.

Como se mencionó anteriormente, este proyecto se basará en un enfoque cuantitativo, el cual nos permitirá medir y cuantificar las variables de investigación, esto permitirá realizar las pruebas necesarias para analizar el desempeño de los diferentes elementos presentes en el sistema. Bajo este enfoque, se obtendrán resultados visibles que ayudarán a comprender la interacción de los sistemas y hacer generalizaciones para definir los componentes más adecuados para la fabricación de cada sistema.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

Cuando se desarrolla una investigación, existen variables que pueden sufrir cambios y llegan a afectar el resultado final. Los cambios de estas variables se pueden medir, analizar o controlarse durante el proceso de investigación. Estas variables se clasifican en dependientes e independientes. Para la elaboración del prototipo de la máquina para reciclar, se consideraron ciertas variables independientes que pueden llegar a influir y provocar cambios en las variables dependientes. Las variables dependientes son el objeto de estudio de la investigación ya que se quiere conocer cómo reaccionan a las alteraciones producidas por las variables independientes. En la **figura 3** se mostrarán las variables dependientes e independientes que se estudiarán para el desarrollo de la máquina de reciclaje.

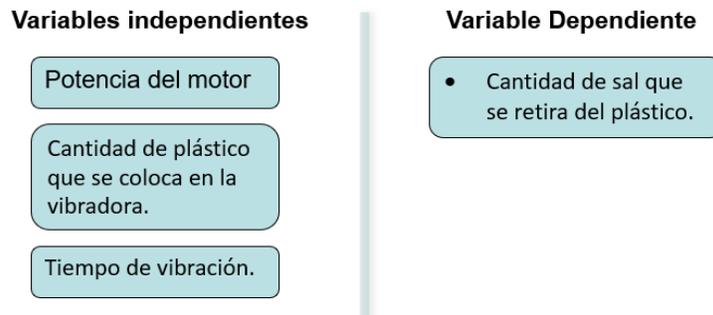


Fig. 3-Variables de investigación.

Fuente: Elaboración Propia

4.3 TECNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS.

Se utilizaron variedad de técnicas e instrumentos, que permitieron la elaboración de las piezas, para el sistema de reciclaje de los desechos plásticos. Se utilizó el Software CAD SolidWorks, en el cual se realizaron pruebas de esfuerzos, para determinar el material con el cual se diseñarán los prototipos. La fabricación de las piezas se realizó en maquinaria especializada para lograr la mayor precisión en sus dimensiones.

4.4 MATERIALES.

Se detallará una lista de los componentes que se utilizará para el desarrollo de los elementos del prototipo de la máquina para reciclar. Los cuales se analizaron y escogieron los mejores resultados para su desarrollo.

4.4.1 MECANISMO DE TRITURACIÓN.

Elementos:

- Carcasa
- Cuchillas
- Ejes
- Engranajes
- Motor
- Chumaceras.

4.4.2 MECANISMO DE VIBRACIÓN.

Elementos:

- Motor

- Plataforma vibratoria
- Rejilla
- Motor
- Placa recolectora.

Tabla 8. Especificaciones motor maquina vibradora

Concepto	Especificación
Voltaje	220v
Potencia	1/2 de HP
Rpm	1075 rpm

Fuente: Elaboración Propia

4.5 METODOLOGIA DE ESTUDIO

En este capítulo se abordarán los diferentes pasos de la metodología de investigación aplicada para el desarrollo y diseño de ingeniería. Esta metodología se puede aplicar tanto para el diseño de componentes o para el desarrollo de prototipos complejos. La metodología consta de 7 pasos para el diseño de ingeniería, estos pasos se muestran en la **figura 4**.

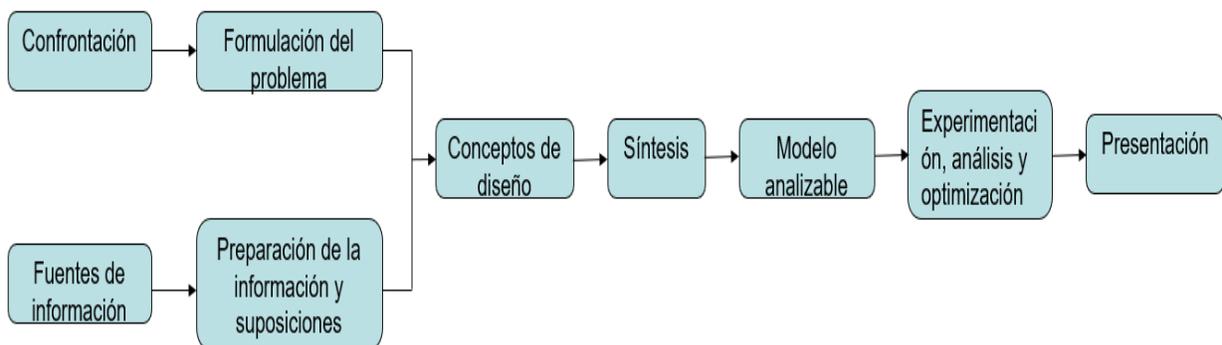


Fig. 4- 7 pasos de la metodología de diseño en ingeniería.

Fuente: Elaboración Propia

4.5.1 CONFRONTACIÓN.

En esta etapa será importante identificar la problemática y buscar la manera de actuar para poder mitigar el problema presentado. Se tendrá que consultar fuentes que ofrezcan información detallada y que permitan encontrar soluciones eficaces acerca del problema en cuestión.

Actualmente el manejo inadecuado que se le da a los residuos sólidos produce un impacto negativo en el ambiente, debido a la enorme cantidad de residuos en los suelos, ríos, y mares se han generado impactos negativos en la salud de las personas y afectan directamente a los animales que interactúan con ellos. Estas acumulaciones de residuos sólidos se convierten en fuentes generadoras de malos olores, emanación de gases tóxicos producidos por la quema y facilitan un ambiente para la proliferación de agentes transmisores de enfermedades, como el Zancudo Aedes que es el responsable de la transmisión del dengue.

Honduras se ve fuertemente afectado por las emisiones de residuos sólidos provenientes del Río Motagua de Guatemala. El río Motagua, es un caudaloso río que desemboca en las playas de Omoa en el caribe hondureño, dejando una gran cantidad de contaminación a lo largo de su recorrido y generando lo que es conocido como islas de plástico. El daño generado por los residuos sólidos provenientes de este río son devastadores ya que estos no solo se encuentran en las playas y ríos, sino que se han esparcido en las costas y han llegado hasta Roatán, lo que genera una mayor preocupación ya que el impacto en la fauna marina es fatal.

4.5.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

Como se ha mencionado, el río motagua arroja grandes cantidades de residuos sólidos a las costas hondureñas, generando una enorme contaminación por plásticos en el mar. Si bien es cierto, el reciclaje es una solución para este problema, sin embargo, se ha reconocido que el agua de mar es uno de los ambientes más agresivos para los metales. Los plásticos que se extraen de los océanos contienen grandes cantidades de agua de mar misma que contiene sal disuelta lo que produce una severa corrosión en los metales. Debido a los efectos negativos que produce el agua de mar en los metales, los plásticos provenientes del mar pocas veces son reciclados ya que no existen máquinas que puedan soportar los efectos corrosivos producidos por el agua salada.

4.5.2.1 ¿CUÁL ES LA SOLUCIÓN?

Para afrontar el problema producido por el agua de mar, se debe diseñar una máquina que logre mitigar los efectos negativos de la sal en los metales. Para lograr esto se tendrá que analizar cuáles son los materiales indicados que se utilizaran en la fabricación de la maquina y determinar un tipo de protector que ayude a mejorar las características anticorrosivas del metal utilizado.

4.5.2.2 ¿COMO SOLUCIONARA EL PROBLEMA?

La máquina contará con un mecanismo que estará recubierto con un material anticorrosivo que le permitirá triturar el plástico proveniente de los océanos y luego pasaran a un sistema de vibración en el que se eliminara el agua y las partículas de sal que contenga el plástico triturado.

4.5.2.3 ¿CUÁL SERÁ SU IMPACTO?

Con la creación de esta máquina, se brindará una nueva forma para tratar la contaminación por desechos sólidos en los océanos y abrirá el camino del reciclaje ya que el plástico ya no tendrá efectos corrosivos en los metales lo que permitirá que estos materiales puedan ser procesados y transformados en nuevos productos.

4.5.3 CONCEPTO DE DISEÑO.

En esta sección se mostrarán los diseños conceptualizados de los mecanismos, para poder transformar los desechos o residuos plásticos, que se encuentran en el río motagua, a productos reciclables. Para las máquinas de reciclajes, se realizaron distintos elementos que a continuación se observarán, para poder crear un funcionamiento y una buena estética para estos mecanismos. En busca de un diseño ideal para estas maquinarias, se trabajó con el sistema de diseño CAD SolidWorks. Con el cual se logró realizar algunas modificaciones, gracias a las simulaciones que este programa nos ofrece, sobre los esfuerzos que se aplicaran en el uso de estas máquinas en diferentes zonas, se pudo optar por un buen desarrollo para las piezas.

4.5.3.1 MÁQUINA PARA RECICLAR.

ELEMENTO #1

Para este elemento, se tiene la estructura mecánica o cuerpo de la trituradora. estará conformada por varios componentes mecánicos. Para empezar, estará la tolva, la cual se utilizará para poder contener una cantidad de plástico dentro y antes del sistema de trituración. también existiran lo que son los 2 ejes de la máquina los cuales tendrán un juego de 2 engranajes y estos se moverán por un motor monofásico.

ELEMENTO #2

Para el elemento 2, se desarrolló el sistema de trituración en el cual se utilizará un arreglo de cuchillas, el cual funcionara para hacer el plástico en pequeñas porciones que luego se depositarán en la parte inferior de la máquina para continuar con el proceso.

ELEMENTO # 3

El tercer elemento de la máquina será el sistema eléctrico en el cual, la alimentación del sistema se hará a través de una red monofásica, la cual contará con las funcionalidades básicas como ser botón de arranque y botón de paro, lo que nos permitirá tener un control y prevenir fallas que se puedan presentar.

ELEMENTO #4

para este último elemento, se optará por el mecanismo de vibración, el cual forma parte importante del proceso realizado, ya que será el encargado de eliminar las partículas de sal que contengan estos plásticos. Este mecanismo consta de una plataforma inclinada que estará vibrando para que el plástico deje caer la sal, durante el recorrido del plástico.

4.5.3.2 ÁRBOL DE PRODUCTO.

El árbol de producto está dividido en tres secciones, las cuales son los principales elementos con los que estará formado el prototipo de la máquina para reciclar. Estos tres elementos son: Elementos eléctricos, mecanismo de trituración y mecanismo de vibración.

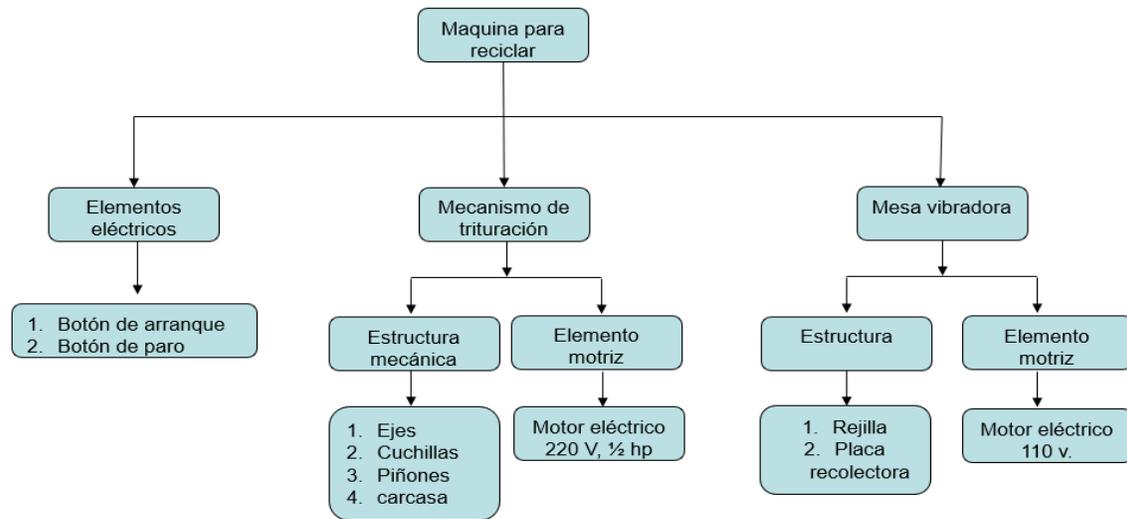


Fig. 5-Arbol de producto de máquinas para reciclar.

Fuente: Elaboración Propia

4.5.4 SÍNTESIS O INGENIERÍA DETALLE.

Para llevar a cabo el desarrollo del prototipo se utilizarán herramientas de diseño CAD, estas herramientas nos permitirán desarrollar modelos y realizar pruebas específicas a los diferentes componentes del prototipo. Con estas pruebas se espera obtener resultados que sean determinantes para la realización del prototipo.

4.5.4.1 TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

Esta herramienta nos ayuda a representar los movimientos de cada secuencia que tendrá el mecanismo o sistema. se le da un tiempo promedio a algún elemento que sea necesario para realizar los pasos del proceso sin necesidad de esperar o correcciones. este tiempo puede depender de las dimensiones.

4.5.4.2 RECOMENDACIONES.

FUNCIONALIDAD: los mecanismos deberán de cumplir sus funciones correspondientes, la máquina trituradora, deberá de triturar cualquier tipo de plástico PET que se encuentre en el mar. El mecanismo de vibración deberá cumplir con la función de desprender la sal marina de los plásticos, mediante el uso de la vibración. Ambos mecanismos deben evitar los efectos de la corrosión producidos por el agua y la sal.

Seguridad y ergonomía: los sistemas están diseñados para que sean fácilmente manipulados por las personas sin correr riesgos de sufrir daños por un mal manejo.

MANUFACTURABILIDAD: se utilizarán piezas comerciales y piezas que deberán ser adaptadas mediante procesos de maquinado. Debido a que esto no representa ninguna dificultad, los mecanismos podrán ser elaborados sin ningún problema.

ENSAMBLE Y MANTENIMIENTO: por parte del mecanismo de trituración, el ensamblaje y mantenimiento se realizará en la parte de las cuchillas con los ejes y engranajes.

MANIPULACIÓN Y TRASLADO: Debido a la cantidad de piezas, el sistema no será fácil de trasladar, aunque sí podrá ser movilizado debido a que se podrá ser desmontado y acoplado muy fácilmente.

4.5.5 MODELO ANALIZABLE.

En este apartado se evaluará analíticamente el modelo 3D en el cual se observará el comportamiento de los diversos componentes presentes en el sistema, realizando pruebas de esfuerzos sobre estos elementos.

4.5.6 EXPERIMENTACIÓN, ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN.

Se realizarán las pruebas de experimentación necesarias al prototipo, en el cual se probará su funcionalidad, para poder convertir los desechos plásticos de los mares y ríos, en plásticos libres de sal y así poderlos hacer reciclables y se plantean mejoras para poder hacer un proceso más efectivo.

4.5.7 PRESENTACIÓN.

en esta sección se presentará el diseño final de nuestro sistema, el cual tiene como finalidad, poder extraer la sal marina de todos los plásticos, una vez estos estén triturados. para así poderlos convertir en plásticos que se puedan reciclar.

4.5.8 CRONOGRAMA.

En el cronograma de actividades, se mostrará la organización de las actividades que se realizaran durante el desarrollo de la investigación.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Desarrollo de Sistema para Reciclar	46 días	lun 19/4/21	sáb 19/6/21
2	Propuesta de Investigacion	3 días	lun 19/4/21	jue 22/4/21
3	marco teorico	7 días	vie 23/4/21	dom 2/5/21
4	metodologia	5 días	sáb 1/5/21	vie 7/5/21
5	Diseño de Sistema Reciclaje SolidWorks	7 días	lun 10/5/21	mié 19/5/21
6	Desarrollo de Prototipo	20 días	jue 13/5/21	mar 8/6/21
7	Resultados	7 días	dom 30/5/21	mar 8/6/21
8	Analisis de Resultado	7 días	dom 6/6/21	mar 15/6/21
9	Conclusiones y Recomendaciones	3 días	mar 15/6/21	sáb 19/6/21

FIG. 6-CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Fuente: Elaboración Propia

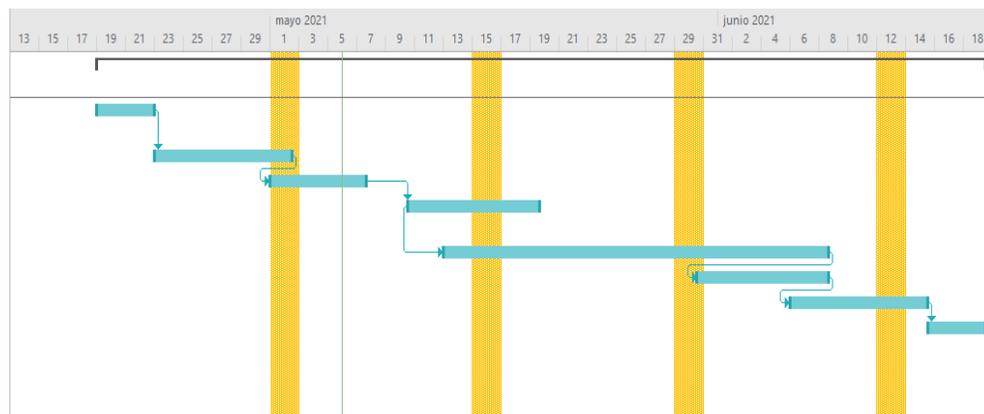


FIG. 7-DIAGRAMA DE GANTT

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO V. ANALISIS Y RESULTADOS.

En este capítulo se mostrará un análisis realizado a partir de la investigación realizada en el marco teórico, se estudiarán las diferentes teorías y a través de un proceso se determinará cuál de ellas es la que mejor se adapta a las características que son requeridas en el proyecto. En este capítulo se mostrará el proceso de fabricación y las herramientas que se utilizaron en la elaboración del proyecto y se sustentara con datos obtenidos de las diferentes pruebas realizadas a los diferentes componentes del proyecto. El objetivo de este capítulo es obtener datos mediante la implementación de la metodología de diseño en ingeniería, con estos datos se podrá realizar una comparación con los datos de proyectos similares.

5.1 ANALISIS DEL MARCO TEORICO.

Tras realizar la investigación, la cual se ve plasmado en el marco teórico se muestra como la industria del plástico sigue creciendo y cada vez la presencia de estos en el medio ambiente aumenta considerablemente. Los productos plásticos son muy útiles para las personas ya que gran parte de los productos que se consumen vienen en envases plásticos. Debido a la gran cantidad de productos plásticos y sumándole que muchas personas no son responsables a la hora de desechar estos productos, el problema por contaminación por desechos plásticos va aumentando día con día y afecta tanto a las personas como al medio ambiente y fauna que interactúa con ellos, esto genera enormes daños que muy difícilmente pueden ser reparados.

En Honduras, la industria del plástico es muy importante ya que contribuye enormemente al sostenimiento de la economía nacional generando empleos para muchas familias. Debido a la importancia que tiene la industria del plástico en el país, se deben buscar alternativas que ayuden a disminuir la contaminación y se deben tomar medidas que contribuyan a la disminución de los efectos negativos del plástico en el medio ambiente. Las empresas que pertenecen a la industria del plástico están haciendo grandes esfuerzos para reducir las emisiones de plástico al ambiente mediante la implementación de programas de reciclaje, estos programas buscan concientizar e informar a las personas acerca de los efectos negativos del plástico en el ambiente y generar un mayor interés en el reciclaje ya que este método es muy factible y brinda una vía eficaz para ayudar al medio ambiente.

La falta de conciencia ecológica de las personas y los enormes problemas de recolección de estos plásticos son unas de las principales causas de la contaminación por desechos plásticos. Muchas personas arrojan estos plásticos a los bosques, las calles, ríos etc. Lo que genera acumulaciones de plástico que luego son esparcidos por los animales, las fuertes lluvias y las corrientes de los ríos. Los desperdicios plásticos presente en los ríos representan un enorme problema ya que las mismas corrientes pueden acarrear estos desperdicios a lo largo de su cauce y pueden llegar hasta las costas. Una enorme cantidad de los plásticos que están presentes en los océanos son llevados a través de los ríos y estos son transportados mar adentro por las fuertes corrientes marinas y forman enormes cantidades de plástico flotante.

Honduras se ve afectado directamente por los desechos plásticos provenientes desde Guatemala a través del río Motagua el cual desemboca en la bahía de Omoa en la frontera de honduras y Guatemala. Cuando los desechos plásticos que acarrea el río motagua llegan a las costas de Omoa, estos residuos no solo se quedan en las playas, sino que también son arrastrados mar adentro por las corrientes marinas. De acuerdo con la investigación realizada, estas corrientes marinas son más fuertes en temporada de lluvias y gran cantidad de plástico es acarreado llegando a verse unas enormes islas de plástico en las cercanías de la isla de Roatán y la reserva marina de Cayos Cochinos.

Debido a que la contaminación marina producida por el plástico es un problema que representa una enorme amenaza a los ecosistemas marinos se deben tomar medidas para reducir la emisión del plástico y buscar alternativas que permitan retirar estas islas de plástico flotantes. Desafortunadamente, en honduras son muy pocos los esfuerzos que se hacen para eliminar este problema y sumándole el desinterés de las personas lo hace aún más difícil. Si bien es cierto, el reciclaje es la forma más efectiva de eliminar la contaminación, gran parte de los desechos plásticos no se logra reciclar y permanece por mucho tiempo en el ambiente desintegrándose cada vez más y formando los microplásticos. El plástico que está presente en el mar es aún más difícil de poder reciclar ya que no son fáciles de recolectar y los niveles de sal presentes en los desechos marinos hacen aún más difícil el proceso ya que la sal tiene efectos en los metales de las máquinas que se usan para reciclar el plástico generando oxidación y provoca un deterioro en las máquinas. Para poder reciclar estos plásticos marinos, es importante encontrar soluciones que

eviten que las maquinas se vean afectadas por la sal que contienen los plásticos. Como resultado de la investigación se conocieron algunos métodos que ayudan a evitar la corrosión en los metales y además refuerzan sus características.

Tras realizar la investigación, se determinó realizar una máquina para reciclar que será capaz de procesar el plástico marino si verse afectado por la corrosión, además, contara con un mecanismo de vibración, el cual eliminará la sal del plástico triturado. Con la implementación de este prototipo de máquina para reciclar se busca crear una alternativa que ayude a reducir la contaminación por plásticos en el mar.

5.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO EN INGENIERÍA.

5.2.1 CONFRONTACIÓN.

Debido al incremento de los desechos plásticos provenientes del rio motagua hasta las costas de Omoa en honduras, nace la necesidad de implementar soluciones oportunas que logren mitigar el impacto negativo de estos desechos en el ambiente marino y la fauna que interactúa con ellos. Debido a los problemas que representa el plástico marino para realizar un proceso de reciclado, se está planteando la implementación de una máquina que sea capaz de triturar el plástico extraído del mar, especialmente de las costas hondureñas y que además cuente con un mecanismo que elimine la sal del plástico triturado. Eliminar la sal que contienen los plásticos marinos es muy importante porque de esta forma no habría problemas de oxidación en la maquinaria que se utilice para reciclar.

5.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En esta etapa se buscará una solución a la problemática producida por los desechos plásticos que se acumulan en las costas de Omoa. Al realizar la investigación acerca del tema en cuestión, se conocieron los efectos que puede tener la sal marina en los metales ya que la sal es un agente oxidante y provoca deterioro en los metales lo que hace muy difícil el poder reciclar los plásticos provenientes de los océanos. Teniendo en cuenta que en esta investigación se está tratando sobre el plástico que existe en las costas de Omoa, el diseño de la máquina para reciclar debe tener propiedades anticorrosivas para poder procesar el plástico y debe ser capaz de eliminar las partículas de sal del plástico triturado.

5.2.3 CONCEPTOS DE DISEÑO.

En esta sección se realizará el diseño del prototipo de la máquina para reciclar. El diseño de la maquina se hará usando el software de diseño CAD SolidWorks el cual nos permite realizar algunas pruebas que ayudaran a determinar las características finales del prototipo. Este prototipo deberá cumplir con una serie de características que permitan procesar el plástico marino sin sufrir desgaste en sus componentes. Para realizar un mejor análisis, se determinó dividir el prototipo en varios elementos lo que permitirá visualizar los componentes que la conforman.

5.2.3.1 MAQUINA PARA RECICLAR.

La máquina para reciclar constara de una serie de elementos que permitirán procesar el plástico. A continuación, se detallarán estos elementos y sus diferentes componentes. Se realizaron dos modelos para algunos elementos de los cuales se escogerá el que más se ajuste a las necesidades y al presupuesto disponible.

ELEMENTO #1: CARCASA.

El primer elemento está conformado por la carcasa o cuerpo de la máquina para reciclar. A continuación, se mostrarán las opciones de diseño realizados para este elemento y se realizara una comparación para elegir la mejor opción para elaborar la carcasa.

Opción 1:

la primera opción para la estructura del prototipo de la máquina para reciclar se puede observar en la **fig. 8**. la estructura está formada por una tolva y una caja rectangular que será donde irán acoplados los ejes de las cuchillas trituradoras y los separadores entre cada cuchilla.

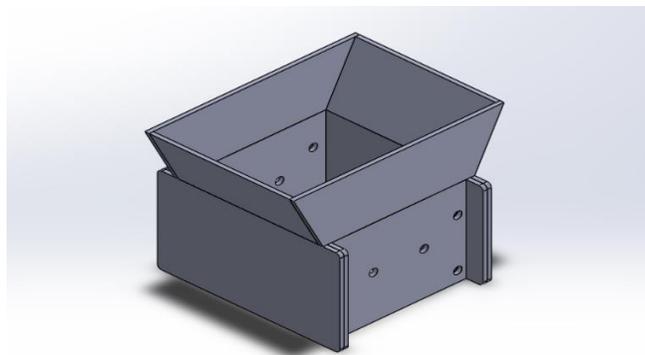


Fig. 8-Estructura.

Fuente. Elaboración propia.

La tolva está conformada por 4 placas metálicas, aquí será donde se introducirán los plásticos y serán guiados hasta en mecanismo de trituración. Debajo de la tolva se observa una caja rectangular con agujeros, aquí será donde se acoplarán los ejes del mecanismo de trituración y las placas separadoras. para esta opción de la carcasa los materiales con los que estarán elaborados las piezas será metal, debido a esto el costo de fabricación sería elevado ya que se debe considerar las herramientas con las que se realizaran los cortes y los agujeros en las placas. opción 2.

En la segunda opción, la estructura cuenta con un diseño mucho más sencillo ya que elimina algunos elementos. Este diseño hace que el proceso de fabricación de las piezas sea mucho más fácil y también permite que las piezas se puedan armar con mucha facilidad. otro aspecto de este diseño son los materiales con los que será fabricado ya que al ser componentes que estarán aislados permiten que se pueda usar madera para la elaboración de algunas piezas. Uno de los aspectos importantes de este diseño es que el costo de fabricación no será muy elevado debido a los materiales que se utilizaran para elaborar las piezas que lo componen. En la **fig. 9** se puede ver el diseño de la estructura y los elementos que la compone.

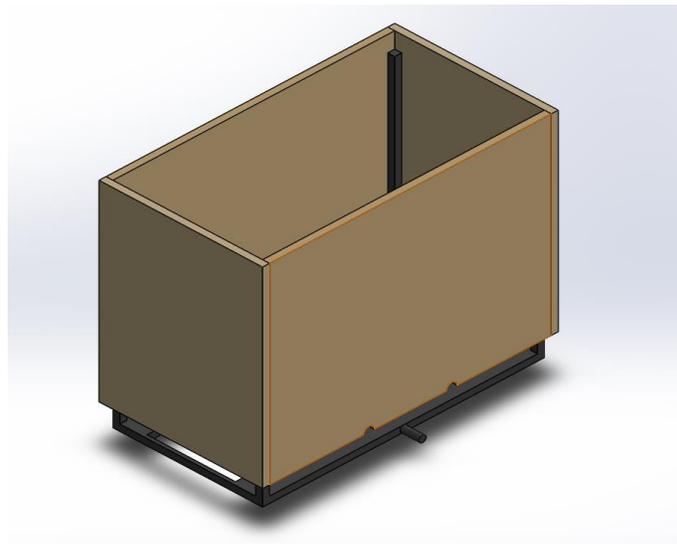


Fig. 9-Estructura.

Fuente. Elaboración propia.

Como se pudo observar en la **fig. 9**. Este mecanismo está conformado por una base en la que van acopladas 4 chumaceras (dos de cada lado), en esta base se acoplarán los ejes de las cuchillas trituradoras. También se observa una caja rectangular, en esta caja estará fabricada de madera.

Tabla 9. Comparación entre la opción 1 y opción 2 de la estructura.

Característica	Opción 1	Opción 2
Número de elementos	Esta opción cuenta con 8 placas metálicas. 4 de ellas formaran la tolva y las otras 4 formaran la caja rectangular en la que se acoplarán los ejes de las cuchillas.	En esta opción se reduce el número de piezas necesarias para formar la carcasa. Cuenta con una base en la cual se acoplarán 4 chumaceras y 4 placas que serán las que formaran la carcasa que cubrirá las cuchillas.
Material de fabricación.	Todas las piezas estarán fabricadas con acero.	En esta ocasión los materiales no serán los mismos para todas las piezas ya que la base estará fabricada de acero debido a que soportará el mecanismo de trituración y la carcasa rectangular estará fabricada de madera.

Dificultad de fabricación.	Debido al material que se utilizará para las piezas, se deberá utilizar herramientas de corte adecuadas para elaborarlas. Debido que algunas piezas poseen algunos ángulos de corte y tienen agujeros él se hace más compleja la elaboración ya que todo debe quedar a la medida para que no haya problemas a la hora de acoplar.	La elaboración de la carcasa rectangular no es tan difícil gracias a la simplicidad de su diseño y al material que se utilizaran. la elaboración de la base es sencilla ya que las chumaceras no será necesario fabricarlas ya que se pueden encontrar comercialmente.
Ensamblaje	Esta opción es un poco más difícil de ensamblar debido a que se necesitan muchas piezas para elaborar la carcasa y en algunas de ellas será necesario utilizar soldadura.	En esta opción el ensamblaje es mucho más fácil ya que solo se necesitan algunos tornillos para colocar las piezas en su lugar.

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizar ambas opciones para la elaboración de la carcasa de la máquina para reciclar, se llegó a la conclusión que la segunda opción es la más adecuada para este proyecto ya que es más sencilla de elaborar y requiere de menor tiempo para la elaboración de las piezas. Este diseño permite realizar un proceso de ensamblaje muy fácil gracias a que posee pocos elementos y solo es necesario atornillarlos para que queden fijos en su lugar.

ELEMENTO#2. MECANISMO DE TRITURACIÓN.

El segundo elemento del prototipo de la máquina para reciclar es el mecanismo de trituración. A continuación, se mostrarán opciones de diseño para este mecanismo los cuales se compararán para luego definir cuál es el más indicado para este proyecto.

Opción 1.

Este elemento está conformado por el mecanismo de trituración, el cual cuenta con un arreglo de cuchillas que serán las encargadas de triturar el plástico. En la **fig. 10** se mostrarán los componentes del mecanismo de trituración.

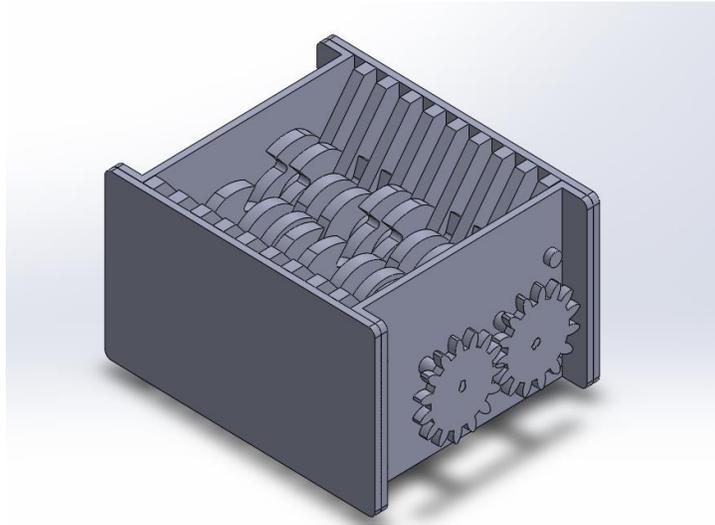


Fig.10-Opción 1 mecanismo de trituración

Fuente: Elaboración propia.

En la **fig. 10** se observó la disposición de los componentes del mecanismo de trituración. Se puede observar que hay dos ejes con cuchillas los cuales están acoplados a unos engranajes que serán los que transmitirán el movimiento y la fuerza para realizar el proceso. En las paredes laterales se observan dos filas de placas, estas placas sirven como separadores entre cada cuchilla y además evitan que el plástico triturado regrese a la parte de arriba. Los ejes poseen un arreglo de 9 cuchillas cada uno siendo un total de 18 cuchillas a los costados su puede ver un arreglo de placas separadoras siendo un total de 36 placas separadoras dispuestas en dos filas de 18 placas a los costados de las cuchillas. Las cuchillas realizarán el movimiento mediante un arreglo de engranajes que serán los encargados de transmitir el torque del motor hacia las cuchillas lo que permitirá triturar el plástico.

Opción 2.

Como segunda opción para el mecanismo de trituración se cuenta con un diseño más sencillo debido a que se elimina una gran cantidad de piezas. En la **fig. 11** se puede ver el diseño de este mecanismo y los elementos que lo componen.

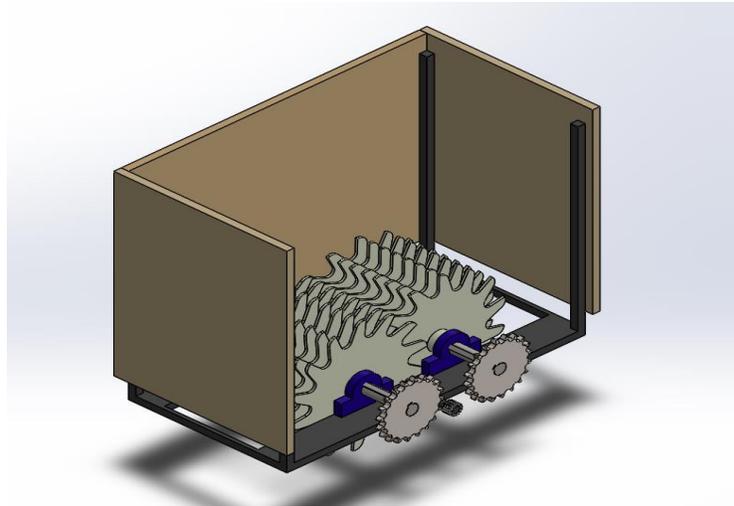


Fig. 11-Opción 2 mecanismo de trituración

Fuente: Elaboración propia.

Como se pudo observar en la **fig. 11** el mecanismo tiene un diseño mucho más sencillo ya que cuenta con menos elementos para su elaboración. Este mecanismo cuenta con dos ejes con cuchillas, cada eje contiene 8 cuchillas lo que hace un total de 16 cuchillas. Los ejes de las cuchillas van acoplados a unas chumaceras que están dispuestos en los laterales de la base. En esta ocasión, la potencia será transmitida mediante un arreglo de piñón y cadenas.

Tabla 10. Comparación entre la opción 1 y la opción 2 del mecanismo de trituración.

característica	Opción 1	Opción 2
Cantidad de elementos	Esta opción cuenta con muchas piezas, en total son 18 cuchillas y 36 ejes separadores, 2 ejes para las cuchillas y 4 barras en las cuales se colocarán los separadores. Sin duda son muchos elementos lo que	Para la opción 2 se cuenta con un mecanismo mucho más sencillo y solo son necesarios 2 ejes y 16 cuchillas.

	influye en el tiempo y costo de fabricación.	
Material	Todos los elementos serán de hierro.	Madera y Hierro
Dificultad de fabricación	Esta opción requiere de mucho tiempo y su fabricación no es fácil ya que las cuchillas deberán ser fabricadas mediante fundición o utilizando máquinas de corte láser. De cualquier forma, el coste de fabricación es muy elevado.	En este caso no se fabricarán piezas ya que se utilizarán discos de cortar madera para las cuchillas. Esto reduce el tiempo y el costo de fabricación.
Ensamblaje	Debido a que esta opción cuenta con muchas piezas, el proceso de ensamblaje es muy tedioso.	Con respecto a la otra opción este nos permite realizar un ensamblaje mucho más repito.

Fuente: Elaboración propia.

En esta ocasión se utilizará la opción dos ya que con esta el tiempo de elaboración del mecanismo es más rápido y el costo de fabricación es más bajo gracias a que se adaptaron las cuchillas y no fue necesario fabricarlos mediante un proceso de fundición. Este mecanismo será capaz de triturar plásticos diferentes tipos de plásticos procedentes del mar.

ELEMENTO #3.

El tercer elemento será el sistema eléctrico, el prototipo será alimentado mediante una red monofásica. Este sistema permitirá contar con funciones básicas como arranque y paro del motor permitiendo un control absoluto sobre el prototipo.

ELEMENTO#4.

El último elemento será un mecanismo de vibración, este mecanismo forma parte importante del proceso ya que será el encargado de retirar las partículas de sal que contenga el plástico triturado. Este mecanismo constara de una mesa vibradora y un motor eléctrico de 120v. en la **fig. 12** se muestra un modelo de la mesa vibradora.

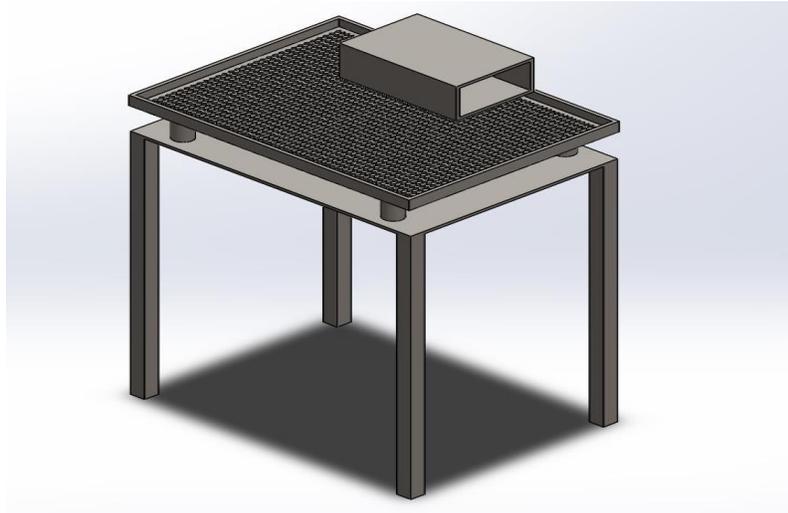


Fig. 12-Mesa vibratoria

Fuente: Elaboración

Como se observa en la **fig. 12** en la parte superior se encuentra una caja rectangular, en esta caja ira acoplado un motor, el cual tendrá un eje descentrado para provocar mayor vibración en la mesa. Debajo de la caja rectangular se encuentran dos placas, la placa superior tiene unos agujeros que permitirá que la sal se desprenda del plástico triturado cuando la mesa se encuentre vibrando. La placa inferior será la encargada de recolectar todas las partículas de sal que se desprendan desde la placa superior.

5.2.4 SÍNTESIS O INGENIERÍA DE DETALLE.

Con la ayuda de SolidWorks se realizará el diseño de los componentes que conformaran cada elemento del prototipo de la máquina para reciclar. Este software ofrece una serie de herramientas que permiten diseñar y realizar pruebas en concreto a los elementos diseñados. Las pruebas pueden ser de análisis de fuerzas, movimiento, velocidad de movimiento y otras características que ayuden a determinar los parámetros que mejoren el diseño de los componentes del prototipo.

5.2.4.1 TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

Se realizará un estudio de los principales movimientos que tendrá el prototipo de la máquina. Se deberá tomar en cuenta cómo afecta la velocidad de giro que tendrán los ejes y cómo afectarán la fuerza de corte de las cuchillas. Los movimientos principales estarán dados por motores eléctricos de 120 v los cuales estarán acoplados a los ejes del mecanismo de trituración y a la mesa vibradora. Se estudiará la relación de velocidades en los diferentes engranajes del mecanismo de trituración ya que es necesario encontrar la velocidad indicada para que el plástico pueda ser triturado sin que la máquina se llegue a detener.

5.2.4.2 RECOMENDACIONES.

En esta sección se abordarán una serie de recomendaciones que se deben tomar en el diseño y la fabricación de los componentes del prototipo. El objetivo de este apartado es lograr una mejor interacción entre los distintos componentes y facilitar el diseño de estos. A continuación, se mostrarán algunos aspectos que se tomaron en cuenta.

Funcionalidad: tanto el mecanismo de vibración como el de trituración deben cumplir con sus funciones correspondientes. En la elaboración del mecanismo de trituración, hay que tener en cuenta la dureza del plástico que se va a triturar, para esto, se debe considerar una velocidad y torque óptimos en el eje de las cuchillas. Por otro lado, el mecanismo de vibración debe ser capaz de retirar gran parte de las partículas de sal de los plásticos triturados.

Seguridad y ergonomía: Se debe garantizar un control sobre los sistemas de trituración y vibración, para esto se utilizarán botones que permitan un correcto uso del prototipo. El manejo del sistema no debe ser muy complicado de manera que no se necesite personal especializado para poder manipularlo.

Manufacturabilidad: Se debe tener en cuenta que algunas piezas no se encuentran a la venta por lo que se deberán diseñar para que se adapten al diseño que se tiene pensado. Es importante tener claro el diseño ya que esto repercutirá en el precio y en la dificultad para fabricar las piezas.

Ensamble y mantenimiento: Al tratarse de un prototipo mecánico y que estará en contacto con un agente oxidante, las diferentes piezas deben ser fáciles de desmontar y ensamblar para brindarles el mantenimiento adecuado.

Manipulación y traslado: El prototipo deberá ofrecer facilidades de traslado, por eso deberá ser fácil de desmontar y ensamblar.

5.2.5 MODELO ANALIZABLE.

El prototipo de la máquina para reciclar contara con una serie de componentes que trabajaran en conjunto para poder triturar el plástico de una forma efectiva. En esta sección se analizarán estos componentes y se brindarán detalles como sus dimensiones y demás características. Para un correcto funcionamiento se analizarán los componentes que componen el elemento de trituración. Se brindarán algunas características de los elementos que componen tanto la trituradora como la mesa vibradora. Con los resultados obtenidos se espera tener modelos óptimos para realizar el proceso de trituración y eliminación de sal de los plásticos.

Tabla 11. Componentes de la máquina para reciclar.

Elemento	definición
Carcasa	La carcasa será el elemento que recubrirá todo el mecanismo de trituración del plástico. Aquí también se depositarán los plásticos que van a ser triturados.
Base	Aquí será donde se acoplará la carcasa y también las chumaceras para acoplar los ejes de las cuchillas.
Cuchillas	Estas serán las encargadas de triturar el plástico.
Eje de las cuchillas	Los ejes contendrán los arreglos de cuchillas.
Elementos de transmisión de potencia	Estos elementos serán los encargados de transmitir la potencia desde el motor hasta las cuchillas.

Elemento motriz	El motor será el que impartirá la potencia del mecanismo de trituración
Elemento motriz de la vibradora.	Este motor contara con un eje descentrado que provocara que la mesa vibre.
Pintura anticorrosiva.	La pintura anticorrosiva permitirá mejorar las características de los metales de los componentes utilizados en el prototipo de la máquina para reciclar.
Cálculos	Los cálculos servirán para representar numéricamente los valores de fuerza, torque del motor de la trituradora y los ejes con las cuchillas.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5.1 CARCASA.

El diseño de las piezas que componen la carcasa se realizó con la ayuda del software CAD SolidWorks. En la **fig. 13** se mostrará un diseño con las especificaciones del diseño de la carcasa.

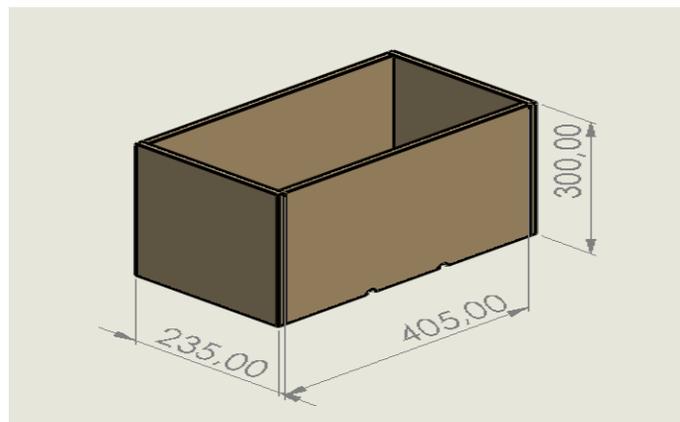


Fig.13-Carcasa.

Fuente: Elaboración propia.

La carcasa está compuesta por 4 placas que serán fabricadas de madera, en la parte inferior se encontrarán dos semicírculos en los laterales de la carcasa, el diámetro de estos semicírculos es de 15.875mm. Estos semicírculos servirán para que se acoplen con los ejes del arreglo de las cuchillas.

5.2.5.2 BASE

La base servirá para acoplar tanto la carcasa como las chumaceras de los ejes de las cuchillas. En la **fig. 14** se observará el diseño CAD de la base y sus especificaciones.



Fig.14-Base

Fuente: Elaboración propia.

La base cuenta con 4 barras en las esquinas con una altura de 310 mm, estas barras servirán para acoplar las placas que formarán la carcasa. En la parte inferior se encuentra un pequeño eje en el cual se colocará un pequeño. En la parte inferior de la base se observan dos placas en los laterales, en estas placas se colocarán las chumaceras de los ejes de las cuchillas del mecanismo de trituración.

5.2.5.3 CUCHILLAS.

Para la elaboración de las cuchillas se adaptaron discos que son utilizados para el corte de madera. En la **fig. 15** se observan las especificaciones de las cuchillas.

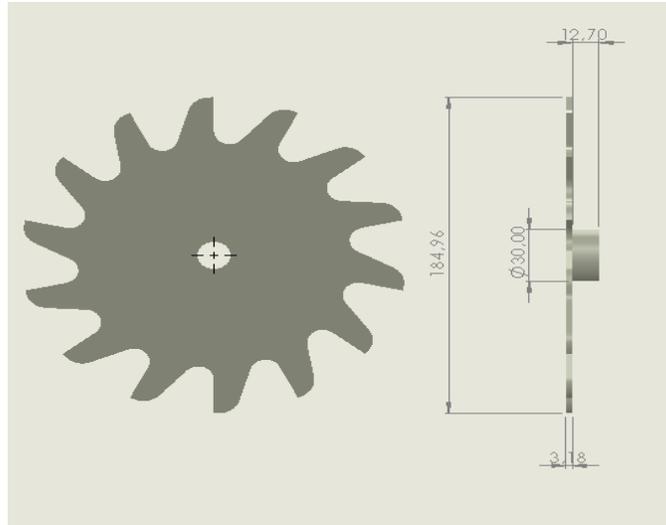


Fig.15-Cuchillas.

Fuente: Elaboración propia

Las cuchillas tienen un diámetro de 185 mm y un espesor de 3.18mm. También cuentan con un pequeño separador que también servirá para mantener las cuchillas en su lugar en eje. Este separador tiene un ancho de 12.70mm. El diámetro del eje de las cuchillas y el separador es de 15.875mm.

5.2.5.4 EJE DE LAS CUCHILLAS.

Este elemento está formado por una barra roscada en la cual irán acopladas las cuchillas. En la **fig. 16** se muestra un diseño del eje y sus especificaciones.

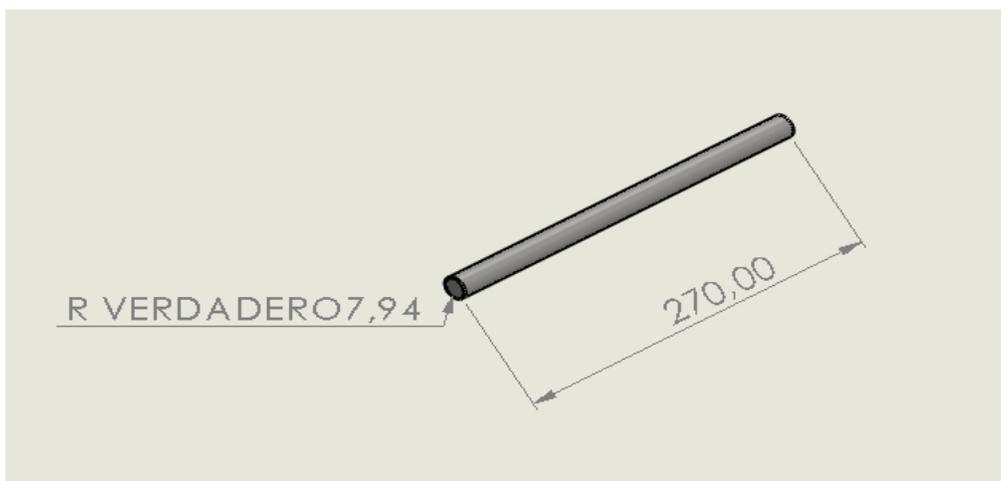


Fig.16-Eje.

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: elaboración propia.

El eje es una barra de hierro roscada de 270 mm de largo y 15.875 mm de diámetro. En este eje se colocará un arreglo de 8 cuchillas y separadores.

5.2.5.5 ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.

Se realizó un arreglo de piñones para poder transmitir la potencia hasta el eje de las cuchillas. En la **fig. 17** se puede ver la disposición de los piñones.

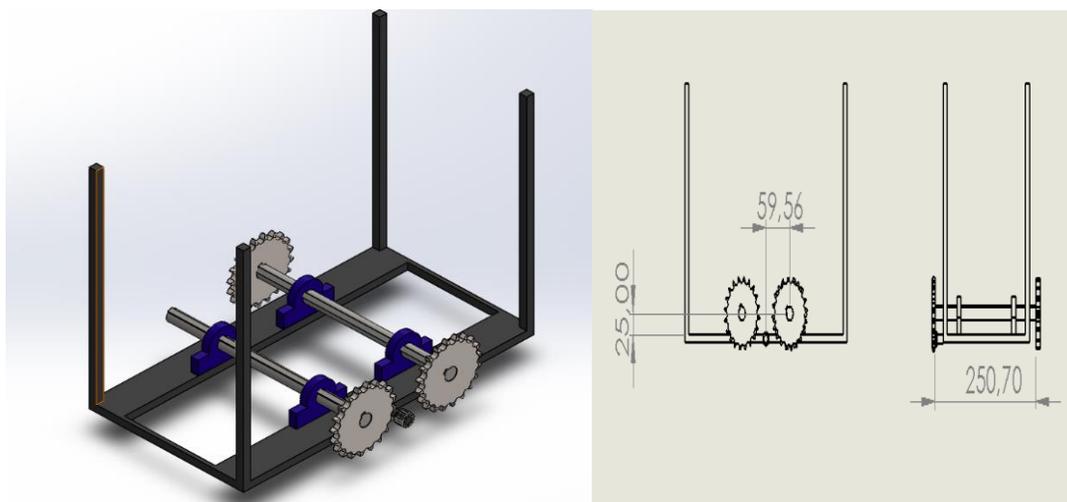


Fig.17-Elementos de transmisión de potencia.

Fuente: Elaboración propia.

En la **fig. 17** se observa la disposición de los piñones en los ejes de las cuchillas. Los tres piñones grandes tienen 20 dientes cada uno y el piñón pequeño tiene 12 dientes. Los ejes están dispuestos a 59.56 mm desde el dentro de la base y tienen una longitud de 250.70mm.

5.2.5.6 ELEMENTO MOTRIZ.

El motor es un elemento muy importante para la elaboración del prototipo ya que será el encargado de dar el movimiento al sistema. Un aspecto importante de este elemento es la potencia y velocidad que pueda transmitir al sistema. a continuación, se mostrarán las especificaciones del motor utilizado en el sistema de la maquina trituradora.

Tabla 12. Especificaciones del motor.

característica	Dato
alimentación	220 V
Potencia	1/2 Hp
rpm	1075 rpm

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar algunas pruebas, se obtuvo que la velocidad era muy elevada por lo que se optó por agregarle una caja de velocidad. Esta caja reduce el rpm del motor en a razón de 1: 100, dando como resultado final 11 rpm.

5.2.5.7 ELEMENTO MOTRIZ DE LA VIBRADORA.

El motor de la vibradora es muy importante ya que será el que producirá las vibraciones en la mesa vibradora, para esto, el motor contará con un eje descentrado lo que provocará las vibraciones. A continuación, se especifican las especificaciones del motor para este elemento.

Tabla 13. Especificaciones del motor de la vibradora.

característica	Dato
alimentación	110 V
Velocidad	750 rpm

Fuente: Elaboración propia.

5.2.5.8 PINTURA ANTICORROSIVA.

Dado que la maquina estará en contacto directo con agentes corrosivos como ser el agua y la sal, es importante la utilización de una protección extra que evite que los metales se oxiden y por consiguiente pierdan algunas de sus características y se dañen más fácilmente. Para evitar este problema, se recubrirán con una pintura anticorrosiva. La pintura anticorrosiva se aplicará principalmente en las cuchillas del mecanismo de trituración y en la mesa vibradora.

5.2.5.9 CÁLCULOS.

Para realizar los cálculos se tomaron en cuenta las especificaciones del motor utilizado en la trituradora, las dimensiones de los piñones y las cuchillas. Esto se realizó con el fin de conocer los valores de fuerza con los que cuenta la máquina. A continuación, se presentarán los cálculos realizados.

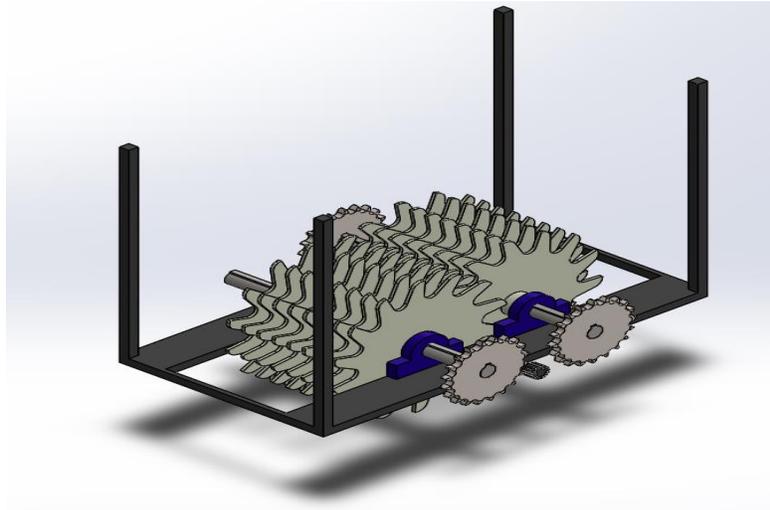


Fig.18-Ejes, cuchillas y piñones.

Fuente: Elaboración propia.

En la **fig. 18** se observa un montaje de las dos filas de cuchillas montadas sobre la base, también se observan unas letras en donde m representa el piñón donde ira la salida del motor, p1 y p2 son los piñones de los ejes. A continuación, se mostrarán los cálculos realizados para este sistema.

Tabla 14. cálculos.

Formula	Descripción
$T = \frac{P}{w}$ $T = \frac{(1/2hp)(746W/1hp)}{1075rpm \left(\frac{2\pi rad}{60seg} \right)}$ $T = 3.31 N.m$ <p>Ecuación 2 Torque del motor.</p>	<p>Donde:</p> <p>T es el torque producido por el motor.</p> <p>P es la potencia del motor.</p> <p>W es la velocidad angular</p>

	<p>Se obtiene un resultado del torque igual a 3.31 Nm, este resultado es solo el torque producido por el motor sin la caja reductora de velocidad.</p>
$T = \frac{P}{\omega}$ $T = \frac{(1/2hp)(746W/1hp)}{11rpm(\frac{2\pi rad}{60seg})}$ $T = 323.8 N.m$ <p>Ecuación 3 Torque a la salida de la caja de velocidad.</p>	<p>Con esta ecuación se obtiene el torque producido a la salida de la caja reductora de velocidad el valor obtenido es de 323.8 Nm. este torque también estará presente en los ejes de las cuchillas.</p>
$F = \frac{T}{r}$ $F = \frac{323.8 N.m}{0.09 m}$ $F = 3597 N(0.2248lb.F/1N)$ $F = 808.78 Lb.F$ <p>Ecuación 4 Fuerza de las cuchillas.</p>	<p>Donde:</p> <p>F es la fuerza.</p> <p>T es el torque del eje.</p> <p>R es el radio de las cuchillas.</p> <p>El resultado de esta ecuación es de 808.78 lbf que sería la fuerza de las cuchillas para triturar el plástico.</p>
$\frac{C_T}{r} = 4A_c(N_c)(N_e)(T_c)(\rho_{pet})$ $\frac{C_T}{r} = 4(0.318cm \times 2 cm)(16)(2)(0.318cm)(\frac{1.38g}{cm^3})$ $\frac{C_T}{r} = \frac{0.0357 kg}{rev}$	<p>En donde:</p> <p>$\frac{C_T}{r}$ es la capacidad de trituración por revolución.</p> <p>Nc es el número de cuchillas.</p> <p>Ne es el número de ejes.</p> <p>Tc es el espesor de las cuchillas.</p> <p>ρ_{pet} es la densidad del pet.</p>

<p>Ecuación 5 Capacidad de trituración por revolución</p>	<p>Esta ecuación representa que cantidad de plástico puede triturar la maquina en cada revolución, tomando en cuenta que la maquina contara con dos ejes y 8 cuchillas en cada eje, siendo un total de 16 cuchillas.</p>
$C_{ap} = e \cdot C_{t/r} \cdot n$ $C_{ap} = (0.8) \left(\frac{0.357 \text{ kg}}{\text{rev}} \right) \left(\frac{11 \text{ rev}}{\text{min}} \right) \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right)$ $C_{ap} = \frac{1.88 \text{ kg}}{\text{h}}$ <p>Ecuación 6 capacidad de trituración.</p>	<p>Donde:</p> <p>Cap. es la capacidad de trituración es la eficiencia del motor</p> <p>$C_{t/r}$ es la capacidad de trituración por rpm.</p> <p>n es la velocidad angular de las cuchillas.</p> <p>e es la eficiencia del motor.</p> <p>El resultado nos muestra que la maquina tiene la capacidad de triturar 1.88 kg cada hora.</p>

Fuente: (Moyano & Rotta, 2017)

5.2.6 EXPERIMENTACIÓN, ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN.

En este apartado se presentará los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en la trituradora de plástico y el mecanismo de vibración, que validará su funcionalidad. A su vez se realizará un análisis de los resultados y se propondrán mejoras para incorporar en ambos mecanismos.

5.2.6.1 PRUEBA 1 EN TRITURADORA DE PLÁSTICO.

Para la primera prueba en la maquina Trituradora de Plástico, Se probó la potencia del motor el cual es de 0.5HP para triturar plástico, pero el torque de este mismo no era suficiente para poder

completar el proceso de trituración, ya que las cuchillas se detenían por completo al hacer contacto con el plástico.

5.2.6.1.1 PRUEBA 2 EN TRITURADORA DE PLÁSTICO.

Tras analizar los resultados obtenidos en la Prueba 1 de la trituradora de plástico, se llegó a la conclusión, de utilizar una caja reductora de velocidad, la cual permite mediante un mecanismo de engranaje, aumentar el torque del mismo motor utilizado para la prueba 1. Al acoplar dicho motor con la caja reductora de velocidad, se obtuvo como resultado un incremento considerable del torque en la salida de la caja reductora de velocidad, ya que este tiene una relación de 1:100. Por lo tanto, el torque aumenta 100 veces más de lo obtenido en la prueba 1.



Fig.19-Motor acoplado a caja reductora de velocidad.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.1.2 PRUEBA 3 EN TRITURADORA DE PLÁSTICO.

En esta tercera prueba, gracias al análisis de prueba 1 y prueba 2. Se obtuvo una optimización en los resultados del proceso de trituración, con un motor de 0.5Hp. Como resultado Se pudo empezar a triturar el plástico.



Fig.20 Plástico triturado.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6.2 PRUEBA 1 EN MESA VIBRADORA.

Para la prueba de la mesa vibradora, se depositó en la parte superior de la mesa, el plástico triturado, para poder eliminar la sal mediante las vibraciones producidas de la mesa.



Fig.21 Plástico triturado.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron pruebas para determinar la cantidad de plástico que se colocaría en la mesa vibradora, las pruebas se distribuyeron en $\frac{1}{2}$ libra, 1 libra y $1 \frac{1}{2}$ libra, se obtuvo que la mejor opción era colocar solo $\frac{1}{2}$. Se realizaron un total de 100 pruebas con el mecanismo de vibración durante 3 minutos, El porcentaje de desprendimiento se observará en el siguiente gráfico. Los

resultados muestran que se desprende un 82.28% de la sal contenida en los plásticos triturados y un 17,72% de la sal que contenían los plásticos triturados no fue posible extraerlo.

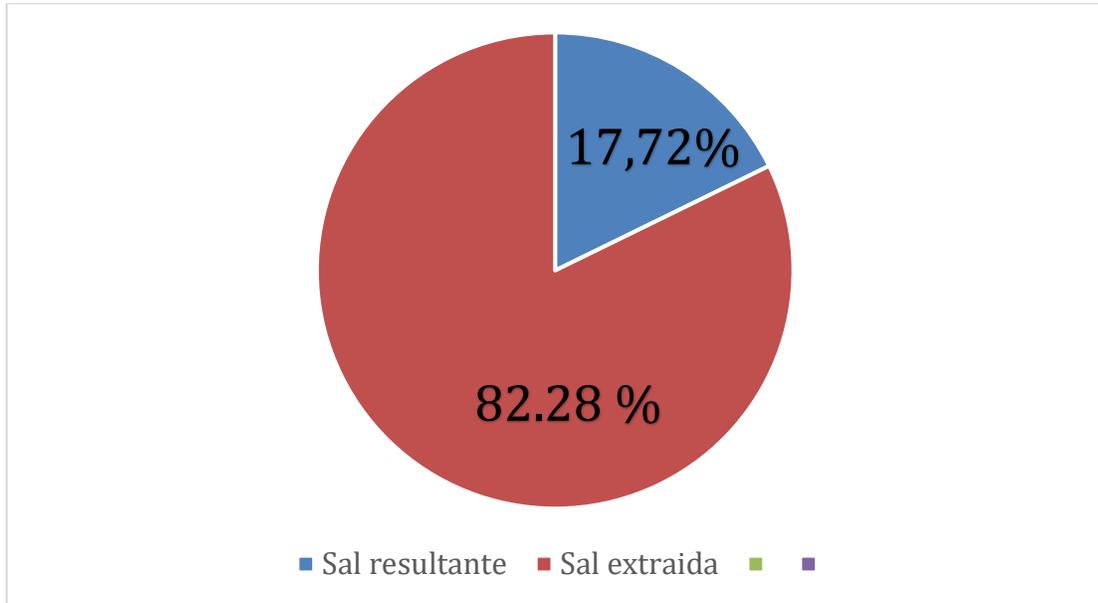


Fig. 22-Cantidad de sal desprendida.

Fuente: Elaboración propia.

# pruebas	Cantidad Lb	Cantidad sin proceso de vibración (g)	Sal resultante	% resultante	% desprendido
1	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
2	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%
3	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
4	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
5	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
6	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%
7	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
8	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%
9	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%
10	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
11	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
12	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
13	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%
14	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%
15	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
16	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
17	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%
18	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%
19	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
20	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
21	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
22	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
23	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
24	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
25	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
26	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
27	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
28	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%
29	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
30	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%
31	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%
32	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%
33	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
34	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%
35	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%
36	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%
37	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%
38	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%

Fig.23. Pruebas realizadas.

Fuente: Elaboración propia.

# pruebas	Cantidad Lb	Cantidad sin proceso de vibración (g)	Sal resultante	% resultante	% desprendido	
39	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%	
40	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
41	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
42	0,5	10,5	1,99	18,95%	81,05%	
43	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
44	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
45	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
46	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
47	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
48	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
49	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
50	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
51	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%	
52	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
53	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
54	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%	
55	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
56	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
57	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
58	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
59	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
60	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
61	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
62	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
63	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
64	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
65	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%	
66	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
67	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
68	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
69	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
70	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
71	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
72	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
73	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
74	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%	
75	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
76	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
77	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
78	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
79	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
80	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
81	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
82	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
83	0,5	10,5	2	19,05%	80,95%	
84	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
85	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
86	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
87	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
84	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
85	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
86	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
87	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
88	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
89	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
90	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
91	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
92	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
93	0,5	10,5	1,7	16,19%	83,81%	
94	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
95	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
96	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
97	0,5	10,5	1,9	18,10%	81,90%	
98	0,5	10,5	2,1	20,00%	80,00%	
99	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
100	0,5	10,5	1,8	17,14%	82,86%	
Total	100	37,5	787,5	139,89	17,72%	82,28%

Fig.24. Pruebas realizadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la Fig.23 y Fig.24 se observan los resultados obtenidos en la mesa vibradora.

5.2.7 PRESENTACIÓN.

En esta sección se presentará el resultado final del prototipo de la maquina trituradora y la mesa vibradora.



Característica	Descripción
Alimentación	220 V
Torque	323.8 N.m
Fuerza en las cuchillas	808.78 Lb.F
Tamaño	Ancho: 23,5 cm Largo: 40,5 cm Altura: 30 cm

Fig. 25-Prototipo final.

Fuente: Elaboración propia.

En la **fig. 25** se observa el prototipo de la maquina vibradora, esta máquina tiene una dimensión de 30 cm de alto, 40.5 cm de largo y 23.5 cm de ancho. La máquina cuenta con un motor que es alimentado con 220 V y una caja de velocidad que reduce los rpm del motor e incrementa el torque con una relación de 1:100. La máquina tiene una capacidad de trituración de 1.88 kg por hora y las cuchillas tienen una fuerza de 808.78 lbf con las que es capaz de triturar el plástico.



Característica	Descripción
Alimentación	110 V
Tamaño	Altura:127 cm Largo:80 cm Ancho:59 cm

Fig. 26-Mesa vibradora.

Fuente: Elaboración propia.

En la **fig. 26** se observa la mesa vibradora, esta mesa tiene una altura de 123 cm, 80 cm de largo y 60 cm de ancho. Para producir las vibraciones, la mesa cuenta con un motor de 110 v el cual tiene un contrapeso en su eje que sirve para poder intensificar las vibraciones producidas.

Ambos sistemas trabajan en conjunto ya que los plásticos se introducen en la maquina trituradora y luego pasan a la mesa vibradora que retira las partículas de sal de los plásticos triturados. Para protegerlos de la corrosión producida por la sal, se recubrió ambos sistemas con una capa de pintura anticorrosiva que evitara que los elementos metálicos se corroan y mantengan sus características durante más tiempo.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se realizo el diseño y la fabricación de un prototipo de mesa vibradora, la cual permitió retirar un gran porcentaje de la sal contenida en los plásticos ya triturados por el prototipo de maquina trituradora.
- Mediante las pruebas realizadas se obtuvieron los parámetros que debería tener la maquina trituradora, se obtuvo que la maquina es capaz de triturar el plástico con una fuerza en las cuchillas de 808.78 Lbf y un torque en el eje de 323.8 Nm.
- Se realizaron pruebas con diferentes cantidades de plástico sobre la mesa vibradora durante tres minutos, obteniendo como resultado una mejor extracción de sal con una cantidad de 0.5 lb en la mesa vibradora.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de una caja reductora de velocidad para aumentar el torque de un motor de baja potencia.
- Se recomienda dejar secar el plástico antes de pasarlo por la trituradora y la mesa vibradora ya que de esta manera se desprende más fácilmente las partículas de sal que contiene.

BIBLIOGRAFÍA

- Abukasim, S. M., Zuhria, F., & Saing, Z. (2020). Alternative management of plastic waste. *Journal of Physics: Conference Series*, 1517, 012041. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1517/1/012041>
- Alqattaf, A. (2020). Plastic Waste Management: Global Facts, Challenges and Solutions. *2020 Second International Sustainability and Resilience Conference: Technology and Innovation in Building Designs(51154)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/IEEECONF51154.2020.9319989>
- Altaf, K. (2019). Part-II: Optimum designing of cathodic protection systems of marine platforms. *2019 16th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST)*, 842–845. <https://doi.org/10.1109/IBCAST.2019.8667225>
- Altaf, K., Parvez, M., & Tanweer, M. (2018). Part-I: Optimum designing of cathodic protection systems of marine platforms. *2018 15th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST)*, 682–686. <https://doi.org/10.1109/IBCAST.2018.8312297>
- Amear Syed Ariffin, S., Chun Lin, S., & Chee Guan, C. (2020). Design and Development of Young Coconut Shell and Husks Shredder Machine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 864, 012108. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/864/1/012108>
- Bai, Z., Wen, Z., & Wiltshire, J. C. (2008). Marine mineral tailings use in anticorrosive coatings. *OCEANS 2008*, 1–9. <https://doi.org/10.1109/OCEANS.2008.5151930>
- Balsi, M., Esposito, S., & Moroni, M. (2018). Hyperspectral characterization of marine plastic litters. *2018 IEEE International Workshop on Metrology for the Sea; Learning to Measure Sea Health Parameters (MetroSea)*, 28–32. <https://doi.org/10.1109/MetroSea.2018.8657875>
- Duong, V., Ahmed, A., & Farook, O. (2018). A Model Template Green Environment Initiative for Recycling Plastic Bottles with Progressive Entrepreneurship Partnership. *2018 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 1–5. <https://doi.org/10.23919/PICMET.2018.8481786>
- Faraca, G., & Astrup, T. (2019). Plastic waste from recycling centres: Characterisation and evaluation of plastic recyclability. *Waste Management*, 95, 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.038>

- Garello, R., Plag, H.-P., Shapiro, A., Martinez, S., Pearlman, J., & Pendleton, L. (2019). Technologies for Observing and Monitoring Plastics in the Oceans. *OCEANS 2019 - Marseille*, 1–6.
<https://doi.org/10.1109/OCEANSE.2019.8867401>
- González-Bernat, M. J., & Clifton, J. (2019). A governance analysis of Guatemala's first recognized marine protected area: The Wildlife Refuge of Punta de Manabique (RVSPM). *Marine Policy*, 103626.
<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103626>
- Islam, M., Ferdous, M. F., Almazee, M. S. R., Dipto, M. S., Sultana, K. T., & Hasan, A. (2019). Recyclable Plastic Bottles Deposit and Refund System (RPBDRS). *2019 Joint 8th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2019 3rd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (icIVPR)*, 45–50. <https://doi.org/10.1109/ICIEV.2019.8858577>
- Kandziora, J. H., van Toulon, N., Sobral, P., Taylor, H. L., Ribbink, A. J., Jambeck, J. R., & Werner, S. (2019). The important role of marine debris networks to prevent and reduce ocean plastic pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 141, 657–662. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.034>
- Koelmans, A. A., Kooi, M., Law, K. L., & van Sebille, E. (2017). All is not lost: Deriving a top-down mass budget of plastic at sea. *Environmental Research Letters*, 12(11), 114028.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa9500>
- Leonard, E., & Lucas, M. (2020). Identifying plastic accumulation zones in coastal seas: The Roatan Island case study. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111077.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111077>
- Mazariegos-Ortiz, C., de los Angeles Rosales, M., Carrillo-Ovalle, L., Cardoso, R. P., Muniz, M. C., & dos Anjos, R. M. (2020). First evidence of microplastic pollution in the El Quetzalito sand beach of the Guatemalan Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 156, 111220.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111220>
- Mazhandu, Z. S., & Muzenda, E. (2019). Global Plastic Waste Pollution Challenges and Management. *2019 7th International Renewable and Sustainable Energy Conference (IRSEC)*, 1–8.
<https://doi.org/10.1109/IRSEC48032.2019.9078268>
- Nyaguly, E., Simoiu, D., Crastiu, I., Pop-Gozman, C., Vladaia, D., & Bereteu, L. (2018). Determination of the Thickness of the Paint Coating of Metal Surfaces by the Impulse Technique. *2018 IEEE 16th*

International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY), 000133–000136.

<https://doi.org/10.1109/SISY.2018.8524670>

Ortiz-2018.-Caracterización-de-los-desechos-marinos-en-el-RVS-Punta-de-Manabique-Izabal.pdf. (s/f).

Recuperado el 29 de abril de 2021, de <https://semillasdeloceano.org/wp-content/uploads/2020/04/Ortiz-2018.-Caracterizaci%C3%B3n-de-los-desechos-marinos-en-el-RVS-Punta-de-Manabique-Izabal.pdf>

Payne, J., McKeown, P., & Jones, M. D. (2019). A circular economy approach to plastic waste. *Polymer Degradation and Stability*, 165, 170–181. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2019.05.014>

Ramesh, S. (2018). A Practical solution to Plastic Waste Problem (next major energy source). *OCEANS 2018 MTS/IEEE Charleston*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/OCEANS.2018.8604837>

Reddy, S., & Raju, T. (2018). Design and Development of mini plastic shredder machine. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 455, 012119. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/455/1/012119>

Rochman, C. M. (2016). Strategies for reducing ocean plastic debris should be diverse and guided by science. *Environmental Research Letters*, 11(4), 041001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/041001>

Rojas, J. (2018). Plastic Waste is Exponentially Filling our Oceans, but where are the Robots? *2018 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/R10-HTC.2018.8629805>

Schuyler, Q., Hardesty, B. D., Lawson, T., Opie, K., & Wilcox, C. (2018). Economic incentives reduce plastic inputs to the ocean. *Marine Policy*, 96, 250–255. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.02.009>

Tuahatu, J. W., Noya, Y. A., & Manuputty, G. D. (2020). Plastic pollution on the beaches of outer Ambon Bay. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 584, 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/584/1/012058>

van Calcar, C. J., & van Emmerik, T. H. M. (2019). Abundance of plastic debris across European and Asian rivers. *Environmental Research Letters*, 14(12), 124051. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab5468>

Vicente, C. M. S., Sardinha, M., & Reis, L. (2019). Failure analysis of a coupled shaft from a shredder. *Engineering Failure Analysis*, 103, 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.05.011>

- Yıldırım Gülsoy, Ö., & Gülcan, E. (2019). A new method for gravity separation: Vibrating table gravity concentrator. *Separation and Purification Technology*, 211, 124–134.
<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.09.074>
- Bishop, G., Styles, D., & Lens, P. N. L. (2020). Recycling of European plastic is a pathway for plastic debris in the ocean. *Environment International*, 142, 105893.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105893><https://doi.org/10.1016/j.seppur.2018.09.074>
- Canopoli, L., Coulon, F., & Wagland, S. T. (2020). Degradation of excavated polyethylene and polypropylene waste from landfill. *Science of The Total Environment*, 698, 134125.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134125>
- Chae, Y., & An, Y.-J. (2018). Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review. *Environmental Pollution*, 240, 387–395.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.008>
- Moharir, R. V., & Kumar, S. (2019). Challenges associated with plastic waste disposal and allied microbial routes for its effective degradation: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 208, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.059>
- van Emmerik, T., Loozen, M., van Oeveren, K., Buschman, F., & Prinsen, G. (2019b). Riverine plastic emission from Jakarta into the ocean. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084033.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab30e8>
- Bell, S., Steinberg, T., & Will, G. (2019). Corrosion mechanisms in molten salt thermal energy storage for concentrating solar power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 114, 109328.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109328>
- Tang, Z. (2019). A review of corrosion inhibitors for rust preventative fluids. *Current Opinion in Solid State and Materials Science*, 23(4), 100759. <https://doi.org/10.1016/j.cossms.2019.06.003>
- “Industria del plástico es la cuarta en sostenimiento de la economía del país”, Arnaldo Castillo, Ministro de Desarrollo Económico. (2019b, marzo 21). Secretaría de Desarrollo Económico.
<https://sde.gob.hn/2019/03/21/industria-del-plastico-es-la-cuarta-en-sostenimiento-de-la-economia-del-pais-arnaldo-castillo-ministro-de-desarrollo-economico/>

Ortiz-2018.-Caracterización-de-los-desechos-marinos-en-el-RVS-Punta-de-Manabique-Izabal.pdf. (s/f).

Recuperado el 29 de abril de 2021, de <https://semillasdelocean.org/wp-content/uploads/2020/04/Ortiz-2018.-Caracterizaci%C3%B3n-de-los-desechos-marinos-en-el-RVS-Punta-de-Manabique-Izabal.pdf>

[View of Contaminación por desechos sólidos llevados por corrientes marinas a la costa caribeña de Honduras. \(s/f\). Recuperado el 26 de abril de 2021, de https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/25423/25673](https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/25423/25673)

Roxana López, (2018). una vecina cercana: ¿qué sabemos de la contaminación marina en Centroamérica?

Veiga, M. M., Masson, P., Perron, D., Laflamme, A.-C., Gagnon, R., Jimenez, G., & Marshall, B. G. (2018). An affordable solution for micro-miners in Colombia to process gold ores without mercury. *Journal of Cleaner Production*, 205, 995–1005.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.039>

Moyano, J. L. H., & Rotta, D. F. L. (2017). *DISEÑO DE UNA TRITURADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS TIPO PET PARA LA FUNDACIÓN ALIANZA FORESTAL DE COLOMBIA E.S.P.* 161.

ANEXOS

