

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

TEMA:

**TITULO: DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE
UNA MÁQUINA TRITURADORA DE
PLÁSTICO**

**TITLE: DESIGN OF A PROTOTYPE OF A
PLASTIC CRUSHER MACHINE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ING. INDUSTRIAL**

AUTOR(ES):

**BRYAN GREGORY RODRÍGUEZ ALVARADO
CRISTHIAN JAVIER CÓRDOVA CABADA**

TUTOR:

**ING. ARMANDO FABRIZIO LÓPEZ VARGAS
GUAYAQUIL- ECUADOR**

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Cristhian Javier Córdova Cabada con documento de identificación N° 0929225043 y Bryan Gregory Rodríguez Alvarado con documento de identificación N° 0931145338; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 22 de agosto del año 2022

Atentamente,



Cristhian Javier Córdova Cabada

0929225043



Bryan Gregory Rodríguez Alvarado

0931145338

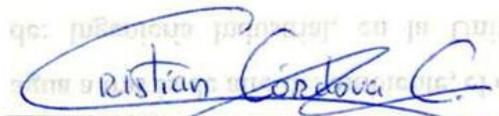
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO
DETITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Cristhian Javier Córdova Cabada con documento de identificación No. 0929225043 y Bryan Gregory Rodríguez Alvarado con documento de identificación No. 0931145338, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: Extracción de agua a través de aire del ambiente, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniería Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 22 de Agosto del año 2022

Atentamente,



Cristhian Javier Cordova Cabada

0929225043



Bryan Gregory Rodríguez Alvarado

0931145338

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Armando Fabrizzio López Vargas con documento de identificación N° 0912034790, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Extracción de agua a través de aire del ambiente, realizado por Cristhian Javier Córdova Cabada con documento de identificación N° 0929225043 y por Bryan Gregory Rodríguez Alvarado con documento de identificación N° 0931145338, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 22 de agosto del año 2022

Atentamente,



Ing. Armando Fabrizzio López Vargas

0912034790

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a todas las personas que me han influenciado de buena forma en mi vida, brindando su apoyo incondicional con consejos y haciendo de mí una excelente persona, con todo mi afecto se lo dedico a mis padres y familiares:

- Olinda Cabada Vera
- Alex Córdova Franco
- Betty Cabada Vera

Cristhian Javier Córdova Cabada

Dedico este proyecto de titulación al esfuerzo y constancia aplicada en mi preparación académica, a mi esposa, familia quienes me apoyaron en todo momento de mi carrera.

Bryan Gregory Rodríguez Alvarado

AGRADECIMIENTO

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios quien me dio la capacidad e inteligencia para poderlo realizar, de igual manera agradezco a mis padres porque estuvieron conmigo en las buenas y malas haciendo de mi un hombre responsable y quien alcanza sus metas pase lo que pase, por eso todos mis logros se los dedico a ellos porque son mi motivación para seguir adelante y alcanzar mis metas.

Cristhian Javier Córdova Cabada

Agradezco de todo corazón a los docentes que impartieron de buena manera sus conocimientos, a mi esposa que me acompañó en todo sentido durante mi tiempo de estudio a mis padres por apoyarme en todo momento.

Bryan Gregory Rodríguez Alvarado

RESUMEN

Hoy en día tenemos una problemática a nivel mundial que es la contaminación global para ello presentamos este prototipo de maquina trituradora de plástico PET debido al alto consumo de materiales como el plástico. Este proyecto es parte de una solución de innovación local ya que en la región Guayaquil-Ecuador, a pesar del alto consumo de materias primas plásticas, por tanto, la propuesta realizada en este trabajo tiene el aporte de innovar en el reciclaje de plásticos y así contribuir a la transformación o tratamiento de los residuos plásticos.

Por otro lado, los plásticos tipo PET se pueden triturar fácilmente en tamaños pequeños que luego se pueden usar en varios procesos para identificar productos que sean útiles para los humanos o que tengan poco impacto negativo al medio ambiente. Y en este sentido, el trabajo que aquí se presenta desarrolla un prototipo cuyas piezas y componentes son de fácil fabricación o comprarlos localmente.

Ahora esto forma parte de un gran problema ambiental ya que le toma aproximadamente de 100 a 1000 años para degradarse. Según investigadores este producto tiene propiedades térmicas, mecánicas benéficas, resistencia química, buena capacidad de formar fibras, baja permeabilidad de O₂ y CO₂, es de alto rendimiento, bajo costo y tiene una excelente reciclabilidad, para crear nuevos productos.

Palabras Claves: Trituradora, plástico, motor, chumaceras, engranajes, materiales, cuchillas

ABSTRACT

Nowadays we have a worldwide problem which is global pollution, for this reason we present this prototype of a PET plastic shredding machine due to the high consumption of materials such as plastic. This project is part of a local innovation solution because in the region of Guayaquil-Ecuador, despite the high consumption of plastic raw materials, therefore, the proposal made in this work has the contribution to innovate in the recycling of plastics and thus contribute to the transformation or treatment of plastic waste. On the other hand, PET type plastics can be easily crushed into small sizes that can then be used in various processes to identify products that are useful for humans or that have little negative impact on the environment. And in this sense, the work presented here develops a prototype whose parts and components are easy to manufacture or buy locally. Now this is part of a major environmental problem as it takes approximately 100 to 1000 years to degrade. According to researchers, this product has beneficial thermal and mechanical properties, chemical resistance, good fiber-forming capacity, low O₂ and CO₂ permeability, high performance, low cost and excellent recyclability to create new products.

Keywords: crusher, plastic, engine, bearings, gears, materials, blades

Contenido

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE TABLAS	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3 ANTECEDENTES.....	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	5
1.5 GRUPOS ESPECÍFICOS.....	5

CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.-PLÁSTICOS	6
2.1 TIPOS DE PLÁSTICOS	7
2.2 PLÁSTICO PET	9
2.2.1. RECICLAJE DEL PET	10
2.2.2. RECICLADO MECÁNICO	10
2.3. MÁQUINAS PARA PROCESAR EL PET	10
2.4 EQUIPOS DE TRITURACIÓN	10
2.4.1 ¿QUÉ SON LAS TRITURADORAS?	11
2.4.2 ¿FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS TRITURADORAS?	11
2.5 TIPOS DE TRITURADORAS	12
2.5.1 MOLINO TRITURADOR DE MARTILLO	12
2.5.2 MOLINO DE DISCO	13
2.5.3 MOLINO TRITURADOR DE CUCHILLA	14
2.5.4 TRITURADOR DE MARTILLO	15
2.5.5 TRITURADORAS DE CUCHILLAS	15
2.6 CHUMACERAS	16
2.6.1 TIPOS DE CHUMACERAS	16

2.7 MOTOR MONOFÁSICO.....	17
2.7.1 PARTES DE UN MOTOR MONOFÁSICO.....	17
2.7.2 FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR MONOFÁSICO	18
2.8 ENGRANAJES	19
2.8.1 TIPOS DE ENGRANAJE.....	19
2.9 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN VINCULADOS	21
2.9.1 TEMA: CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE HOJAS SECAS DE GUAYUSA	21
2.9.2 TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA AUTOMATIZADA PARA ENVASES PLÁSTICOS	21
2.10 RIESGO.....	23
2.10.1 TIPOS DE RIESGOS	23
2.10.2 RIESGOS MECÁNICOS.....	23
2.10.3 RIESGOS ELÉCTRICOS	24
CAPÍTULO III.....	26
3. MARCO METODOLÓGICO.....	26
3.1 INVESTIGACIÓN	26
3.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.2.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	27

3.3 TIPO DE MÉTODO	27
3.3.1 MÉTODO DEDUCTIVO	27
3.3.2 MÉTODO INDUCTIVO	27
3.4 METODOLOGÍA E INGENIERÍA A LA MECÁNICA	28
3.4.1 MATERIAL A USAR EN CUCHILLAS	28
3.5 ELABORACIÓN DE MÁQUINA TRITURADORA	30
3.6 CÁLCULOS	36
3.6.1. CÁLCULOS DE FUERZA DE CORTE APLICADAS A BOTELLAS PET	36
3.7 CÁLCULO DE POTENCIA DE MOTOR	39
CAPÍTULO IV	41
4.- RESULTADOS	41
4.1 CUCHILLAS TRITURADORAS	41
4.2 MANEJO DE OPERACIÓN DE MÁQUINA TRITURADORA	41
4.2.1 POSIBLES FALLAS O PROBLEMAS DE LA MÁQUINA	42
4.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN	43
4.4 PLAN DE MANTENIMIENTO	43
4.4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	43
5.-CONCLUSIONES	48
6.- RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS	50

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Tipos de Plástico.....</i>	8
<i>Figura 2. Máquina Trituradora.....</i>	12
<i>Figura 3. Molino Triturador de Martillos</i>	13
<i>Figura 4. Molino de disco.....</i>	14
<i>Figura 5. Molino Triturador de cuchillas</i>	14
<i>Figura 6. Triturador de martillos</i>	15
<i>Figura 7. Trituradora de cuchillas</i>	16
<i>Figura 8. Partes de un motor monofásico</i>	18
<i>Figura 9. Tren de engranajes</i>	20
<i>Figura 10. Máquina Trituradora de Guayusa.....</i>	21
<i>Figura 11. Trituradora de envases plásticos.....</i>	22
<i>Figura 12. Máquina Trituradora de Plástico para la comunidad de Limoncocha</i>	22
<i>Figura 13 Acero al carbono (cuchillas)</i>	30
<i>Figura 14 Mecanizado de cuchillas fijas.....</i>	31
<i>Figura 15 Mecanizado de cuchillas móvil.....</i>	31
<i>Figura 16 Diseño de cuchillas fijas.....</i>	32
<i>Figura 17 Mecanizado de paredes de caja de cuchillas</i>	32
<i>Figura 18 Tren de engranajes de piñones de dientes rectos</i>	33
<i>Figura 19 Montaje de cuchillas móviles y fijas en la caja de cuchillas.....</i>	34
<i>Figura 20 Estructura de soporte de máquina Trituradora</i>	34
<i>Figura 21 Prueba de transmisión y correcto montaje.....</i>	35

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Propiedades de los Aceros</i>	29
<i>Tabla 2 tiempo vs cuchillas trituradoras</i>	41
<i>Tabla 3 Posibles fallas en la maquina</i>	42

TÍTULO

Diseño de un prototipo de una máquina trituradora de plástico

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Autodesk: Programa para estudiantes y profesionales donde diseñan piezas mecánicas, con acotas para que sean de fácil entendimiento con la finalidad de aportar información para la documentación, y la simulación de productos en 3D (Perdomo, 2020)

Polea: Una polea es una máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza. Además, formando conjuntos aparejos o polipastos, sirve para reducir la magnitud de la fuerza necesaria para mover un peso. (Búa, Poleas, 2017)

Prototipo: Un prototipo es un primer modelo que sirve como representación o simulación del producto final y que nos permite verificar el diseño y confirmar que cuenta con las características específicas planteadas. (Angeles, 2019)

Recursos: Se denomina recursos a todos aquellos elementos que pueden utilizarse como medios a efectos de alcanzar un fin determinado. Así, por ejemplo, es posible hablar de recursos económicos, recursos humanos, recursos intelectuales, recursos renovables, etc. (Ramos, Enciclopedia, 2019)

Engranajes: Los engranajes son juegos de ruedas que disponen de unos elementos salientes denominados “dientes”, que encajan entre sí, de manera que unas ruedas motrices arrastran a las otras conducidas o arrastradas. (Búa, Engranajes, 2019)

Trituradora: Las máquinas trituradoras sirven para ayudar a reducir grandes piezas de trituración plásticas sin tener que hacerlo manualmente o por procedimientos más rudimentales. El funcionamiento de la máquina trituradora no es nada complejo. Durante el proceso, el plástico se tritura y almacena en la tolva con tan sólo presionar un botón. La máquina, provista de cuchillas, realiza todo el trabajo de forma rápida, sin ruido, y con escaso consumo energético. (Martí, 2019)

Plástico: Los plásticos son materiales sintéticos obtenidos mediante reacciones de polimerización a partir de derivados de petróleo. Son materiales orgánicos, igual que la madera, el papel o la lana. Las materias primas que se utilizan para producir plástico son productos naturales como el carbón, el gas natural, la celulosa, la sal y, por supuesto, el petróleo. (Cairplas, 2018)

Cuchillas: Al igual que las restantes herramientas corte se basan en el aprovechamiento del principio de la cuña. Este consiste en lo siguiente: si hacemos incidir el vértice de un sobre un pedazo de material y aplicamos una fuerza de empuje sobre ella en dirección al material, dada la superioridad de su dureza respecto a la del material cortado, el vértice o filo de la cuña penetra en este último venciendo la fuerza de cohesión de algunas de partículas (Echazábal, 2017)

Chumaceras: Una chumacera es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación. Este tipo de cojinete se coloca generalmente en una línea paralela en el eje del árbol. Las chumaceras se encuentran en varios sistemas de transporte y son a menudo auto lubricantes. (Gabriela, 2022)

Chaveta: Una chaveta es un elemento mecánico, por lo general, fabricado en acero que se introduce entre dos elementos permitiendo la transferencia de potencia entre ellos y evitando deslizamientos entre ambas piezas. Deben ser unas piezas con un ajuste perfecto y deben carecer de juego para evitar su desgaste o rotura debido al cizallamiento. (Rápidas, 2020)

INTRODUCCIÓN

Este proyecto es de gran importancia para el mundo ya que el plástico aproximadamente se degrada en unos 700 años donde afectan la vida en el mar porque las micropartículas plásticas pueden contener elementos tóxicos generando una alta mortalidad entre estos y los seres humanos. Uno de los graves problemas es que esto se origina en los vertederos de basura y los desechos que las personas lanzan sus desechos a la calle por eso causan un mal aspecto visual, incluso taponamientos en los sistemas de drenaje.

La primera máquina trituradora que se elaboro fue en los años de 1927 y fue creada por el arquitecto Wiscon Jhon W. Hammes quien empleo como componentes de la maquinas placas de metales y un motor. Las triturados también son conocidas como molinos PET los cuales se encargan de cortar, triturar, desgarrar y reducir el material esto gracias a que pasa a través de las cuchillas que repiten este proceso hasta obtener las dimensiones adecuadas.

Si se envasaría los líquidos en otros envases como tetrapak, vidrios, etc... viviríamos en un mundo genial ya que evitaríamos tanta contaminación al medio ambiente como lo estamos pasando en la actualidad, pero sabemos que las industrias lo utilizan por su bajo costo y facilidad al procesarlo. La mayoría de los plásticos son a base del petróleo, y como este tiene un precio aproximadamente bajo por ende todos los productos que se originan a base del petróleo fueron y serán económicos, pero a si mismo nadie toma conciencia en poder reciclar o reutilizar.

Actualmente en nuestro país Ecuador también se encuentra afectado por esta problemática ya que sus habitantes consumen líquidos donde por lo regular vienen envasados en plásticos, teniendo estos una larga duración en descomponerse, debido a esta problemática diseñamos un prototipo de máquina trituradora de envases de plástico con el fin de minimizar el impacto que sufre nuestro planeta como es la contaminación ambiental por material plástico.

Comenzando con esta investigación en el capítulo podemos encontrar la problemática que aborda la contaminación de plásticos en todo el mundo, determinando el alcance de poder realizar un prototipo de máquina trituradora de envases de plásticos para reducir y aportar en algo lo que actualmente se vive como es la contaminación al medio ambiente, por su parte también podemos encontrar los objetivos generales y específicos del proyecto.

En el capítulo 2, analizaremos el marco teórico hablando los diferentes tipos de trituradoras, diferentes tipos de plásticos que existen y la manera de cómo se recicla seleccionando cual se aplicará para nuestro proyecto, la elección del motor a utilizar con su respectiva transmisión determinando la metodología a emplear lo cual se encuentra en el capítulo 3.

Por último, en el capítulo 4, podemos ver los resultados en base a nuestros objetivos planteados y aparte de eso encontramos el plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la efectividad de la máquina, como última parte tenemos las conclusiones obtenidas de los resultados y las futuras recomendaciones para próximos proyectos.

CAPÍTULO I

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la alta demanda de la utilización del plástico por parte de las personas en todo el mundo teniendo en cuenta que hay algunos plásticos que se demoran años en degradar por ello están provocando contaminación al medio ambiente al no desechar sus desperdicios de envases en los respectivos tachos de basura, en algunos casos hasta se forman montículos de basura plástica en los vertederos u océanos por el simple hecho de no haberlo desechado correctamente perjudicando así hasta la vida marina. Para ello diseñamos un prototipo de maquina trituradora de plástico con el fin de que este material reduzca la contaminación al medio ambiente y ser reutilizado para otros procesos y productos.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La conveniencia de realizar este prototipo de maquina trituradora de plástico reside en obtener un producto triturado para reducir de cierta manera a la contaminación al medio ambiente, los beneficios del diseño de la maquina es garantizar el máximo aprovechamiento del plástico para obtener un grado de molienda adecuado y así incluso poderlo distribuir de manera triturado y obtener algún recurso económico. Los beneficiados de este prototipo de máquina serán las recicladoras destinadas a la comercialización y producción de material reciclado.

Para que este proyecto pueda ponerse en marcha se requiere de una serie de factores, tales como: disponibilidad de información, diseño de máquina, conocimiento de materiales a usar y destreza en el manejo del software para elaboración de planos técnicos.

1.3 ANTECEDENTES

Las maquinas triturar se encargan de dar una nueva utilidad a los materiales de plásticos también conocidos como Materiales sintéticos, estos pueden presentarse de dos maneras termoplástico y termoestable. Los termoplásticos son los que tienen mayor uso en el ámbito cotidiano debido a que se emplean en diversos productos destinados para el hogar e industrias. Reutilizar este tipo de materiales para darle un nuevo uso se considera de mucha ayuda tanto personal como colectivo debido a que se puede generar un ingreso sostenido para obtener mayores beneficios mientras ayudas al cuidado del medio ambiente reduciendo la contaminación o desechos.

En este proceso las maquinas trituradoras tienen un papel importante debido a que debe tener cierto procesamiento antes de volver a reutilizar el plástico. Las maquinas trituradoras tiene la función de reducir grandes piezas de plásticos a través de un corte por cuchillas las cuales reducen el trabajo y evitan el uso de máquinas manuales las cuales se requeriría de gran esfuerzo para conseguir dicho resultado.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir una maquina trituradora de plástico con una capacidad de 4 kilogramos por hora

1.4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir cuchillas para el correcto proceso de trituración
- Seleccionar el sistema de transmisión adecuado que permite el movimiento del mecanismo
- Elaborar un manual de operación que garantice el óptimo funcionamiento de la maquina y la seguridad del operario en condiciones de trabajo

1.5 GRUPOS ESPECÍFICOS

Los primeros beneficiarios son los ciudadanos ya que debido a esta propuesta se reutiliza el material para ser transformado en un nuevo producto, obtenido una reducción de la contaminación y a su vez generando un ingreso a las pequeñas empresas recicladoras las cuales pueden vender dicho producto. También podemos mencionar que las grandes empresas las cuales generan una productividad mayor aprovechan este producto debido a su bajo costo de adquisición como materia prima para poder generar más beneficios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.-PLÁSTICOS

Plástico es una palabra muy común cuando describimos una gran variedad de materiales sintéticos que se usan en la producción de muchos productos. Estos se clasifican en dos grandes grupos como son: los termoplásticos y los plásticos termoestables. Los termoplásticos, en comparación de los termoestables, están formados por moléculas poliméricas que cuando alcanzan altas temperaturas se convierten en líquidas y, al enfriarse, cambian sus propiedades físicas volviéndose un material duro. Estas cualidades hacen de este plástico muy pedido por ser reciclable.

Entre la clasificación de los polímeros termoplásticos tenemos el polietileno o el PVC, que lo encontramos en diferentes envases diarios que usamos en nuestra casa, además están ubicados en los desechos de los procesos de las grandes industrias. Cuando se reutiliza estos desechos de plástico para procesar otros materiales que podamos darle otro uso innovador estamos ayudando de cierta manera al medio ambiente y a que las industrias sean beneficiados con estos reprocesos para obtener un beneficio económico.

En este documento, la trituradora de plástico interviene de manera muy protagónica. Tanto para el reciclaje post-consumo como para el almacenamiento y la reutilización, los plásticos necesitan ayuda para gestionar adecuadamente la recuperación de este material. (GESTER, 2019). En la actualidad se le da un mayor valor al reciclaje del plástico llegando a desarrollar nuevas metodologías las cuales ayudan a evitar la contaminación del suelo, ríos y mares. Se estima que la cantidad de residuos de material plástico que converge en el mar cada año se elevará para el 2040, incrementando a 29 millones de toneladas.

A ciencia cierta no se tiene un estimado con valores exactos la cantidad de plástico que es prácticamente invencible que se ha amontonado en el océano. Una estimación de 2015 nos dice que casi 150 millones de toneladas. Si la situación no cambia, el estudio estima que esa acumulación alcanzará los 600 millones de toneladas para 2040.

Es evidente las consecuencia y riesgos que implica el descontrol y falta de cultura de las personas por no ser consciente del daño que se causa a la flora y fauna del planeta por el mal manejo de los plásticos. (PARKER, 2020)

La mejora de proceso en la producción de esta materia prima nos conlleva a reciclar, la responsabilidad y cuidado del planeta con compete a todos, pero, hay un grupo de personas con características similares las cuales pertenecen a un estatus social bajo los cuales generan un ingreso gracias a la recolección y venta. El plástico es un material el cual de acuerdo con sus componentes se emplea con mayor frecuencia en la industria, en la actualidad se obtiene el plástico a partir del procesamiento de combustibles fósiles los cuales implica una explotación de los recursos naturales no renovable, es reconocido que los beneficios del plástico ayudan al impulsamiento de la economía mundial ya que es uno de los materiales con mayor tendencia y empleo.

2.1 TIPOS DE PLÁSTICOS

- PET o PETE
- PVC
- LDPE
- HDPE
- PS
- PP
- Otros tipos de Plásticos

Figura 1. Tipos de Plástico



Fuente: Obtenido del Ágora diario del agua

PET o PETE (tereftalato de polietileno)

Son aquellos envases los cuales se emplean para el uso de bebidas como el agua, gaseosas, etc. Se reconocen fácilmente ya que en su interior contienen líquidos los cuales no llevan componente de alta corrosión o sustancias peligrosas. Este plástico es uno de los más comerciales a nivel mundial.

HDPE (polietileno de alta densidad)

Este tipo de envases es más resistente que el PET, la diferencia es que la mayoría o son transparentes y son empleadas para líquidos empleados en la limpieza hogares, leches o envases de aceite para motor. Este material se puede reciclar para obtener nueva materia prima que puede ser empleada en la elaboración de juguetes, cajas o nuevos depósitos.

PVC (policloruro de vinilo)

Su empleo es el de mayor comercio industrial ya que este tiene por aplicación mayormente en el sistema de tuberías y accesorios de esta, en todo tipo de tarjetas, como protector aislante en cableado o marcos de puertas y ventanas.

LDPE (Polietileno de baja densidad)

Esta es usada como depósitos de materiales con un nivel de peligrosidad alto debido a que en su interior pueden contener ácidos, para el uso de bolsas destinadas para sueros, botellas más flexibles. Es considerado uno de los mayores contaminantes ya que un 20% de estos productos se encuentran en el planeta.

PP (Polipropileno)

Esta materia es uno de los más resistentes ya que está diseñado para contener sustancias químicas altamente corrosivas, también es empleado para la elaboración de piezas de automóviles, el procesamiento de estos los transformas en materiales tales como sillas, escobas o equipos de jardinería o limpieza.

PS (Poliestireno)

Estos los encontramos mayormente en los vasos térmicos, juguetes o carcasas de electrodomésticos su nivel de reciclabilidad es de nivel 3 lo que lo convierte en uno de difícil reutilización, por otro lado, lo podemos encontrar como contenedor de sustancias tóxicas como el amoníaco, bromo entre otras.

2.2 PLÁSTICO PET

El PET es un tipo de plástico muy usado por las industrias para la elaboración de botellas y envases que lo hace único debido a que es muy factible su reciclado

Entre sus propiedades este material es muy resistente al desgaste que lo hace ser considerablemente duro, puede resistir alguna compatibilidad con químicos, otras ventajas es que posee características dieléctricas y es uno de los plásticos más usados por el mundo entero donde las industrias se han beneficiado de este material para su comercialización en el mercado.

2.2.1. RECICLAJE DEL PET

Existen algunas metodologías donde se puede reciclar este material como es: el reciclado mecánico y reciclado químico con el objetivo de reducir la contaminación ambiental que padece este planeta a causa de este tipo de plástico.

2.2.2. RECICLADO MECÁNICO

Este proceso es el elegido por las industrias para procesar el PET, empezando con una exhaustiva limpieza del contenedor y convertirlos en pequeñas partes gracias a la trituración que se le aplique manteniendo su misma composición y estructura.

2.3. MÁQUINAS PARA PROCESAR EL PET

Hoy en día hay algunos tipos de máquinas donde trituran el plástico dependiendo del motor modelo etc., pero en realidad el fin de triturar plástico es el de reciclar los diferentes plásticos que existan. A pesar de que todas las máquinas trituradoras sean distintas en cuanto a su manejo y capacidad convertir los objetos de plásticos en reciclado, posterior a o convertirlo a partículas para transformarlo en un elemento nuevo y así seguir con el ciclo para ayudar en algo a este mundo.

Al momento de operar una máquina trituradora vertiéndole botellas o cualquier envase plástico se obtiene partículas de material triturado para posterior procesarlo y tener materia prima para realizar otro producto o envase. (Mora, 2018)

2.4 EQUIPOS DE TRITURACIÓN

Para iniciar a hablar de sobre estas máquinas de trituración es muy importante conocer algunas definiciones y funciones de estas.

2.4.1 ¿QUÉ SON LAS TRITURADORAS?

La función principal de las trituradoras es poder triturar y reutilizar los diferentes tipos de plásticos para posteriormente reciclarlos y procesar un nuevo producto. Cada máquina está capacitada para disminuir el tamaño del material de plástico o cualquier otro material gracias al proceso de trituración, sin realizarlo de manera artesanal o por otros métodos precarios o antiguos como usaban nuestros ancestros.

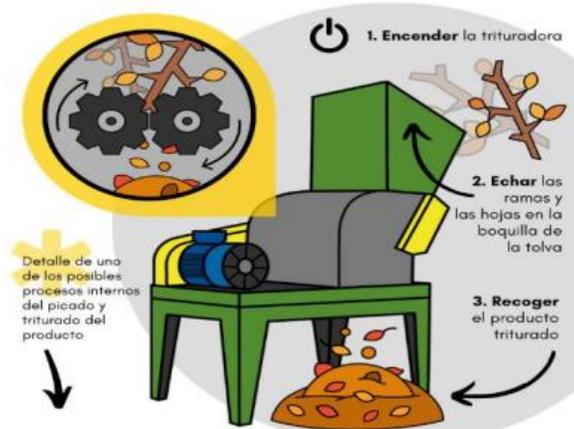
La automatización de estas máquinas y del trabajo de triturado hacen que sean muy eficientes y rápidas con este proceso, logrando que un solo trabajador pueda operar la máquina sin problema alguno y triturar grandes cantidades de residuos plásticos o de cualquier material en poco tiempo.

2.4.2 ¿FUNCIONAMIENTO DE LAS MÁQUINAS TRITURADORAS?

El funcionamiento de este tipo de máquinas no requiere de una operación compleja, en el proceso de triturado, los residuos plásticos a triturar se acopian en la tolva principal de la trituradora y en un solo paso se activa el interruptor para que esta haga el trabajo requerido. En ese sentido, se pueden hallar maquinas trituradoras de residuos plásticos diseñadas para el reciclaje y almacenamiento de estos residuos, algunas con especificaciones distintas dependiendo su finalidad de trabajo. Este material plástico es muy apetecido en grandes cantidades por las industrias fabricantes de estos componentes.

Este tipo de industrias hace que sus usos continuos tengan como indispensables este tipo de máquinas trituradoras

Figura 2. Máquina Trituradora



Fuente: Obtenido de *Diseño y Construcción de una máquina trituradora (tesis)*

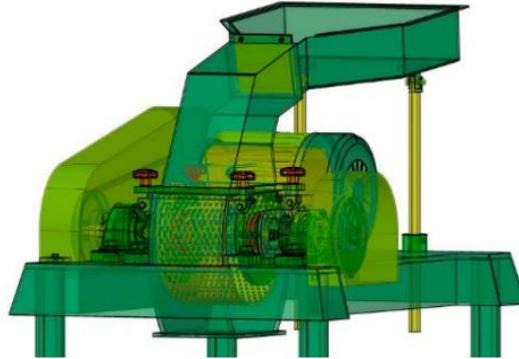
2.5 TIPOS DE TRITURADORAS

Existen varios tipos de trituradoras, también llamadas cortadoras o molinos; estas máquinas realizan el mismo trabajo, pero con diferentes tipos de elementos, estas manejan motores eléctricos con capacidades distintas que convierten su energía eléctrica en energía mecánica de rotación.

2.5.1 MOLINO TRITURADOR DE MARTILLO

La mayoría de estos molinos de martillo son muy pedidos por las empresas que se dedican a triturar plásticos, cuyo funcionamiento se basa en una cuchilla - martillo, donde por medio de golpes y fricción de ambos materiales se produce la trituración del material. Claro está, que depende mucho la potencia del motor instalado para que tanto sea el factor de trituración, cuando se opera la máquina primero se vierten las botellas en la tolva que por gravedad cae y son los martillos que van golpeando dentro de la cámara de trituración donde estos están sujetos a un eje que, rota a una velocidad calculada, para después obtener el material triturado y homogéneo.

Figura 3. Molino Triturador de Martillos



Fuente: Obtenido de Diseño y Construcción de una máquina trituradora (tesis)

2.5.2 MOLINO DE DISCO

Cuando operamos estos tipos de molinos primero debemos vertir el envase a triturar en una tolva donde por efecto de gravedad este cae entre unos discos en el cual uno de ellos es el móvil que opera a altas revoluciones mientras que el otro disco es el fijo, dando como resultado una fricción del material con ambos discos y la presión ejercida del mismo hace que lo triture al envase.

Esta máquina trituradora tienen dientes perfectamente afilados y con una separación adecuada de tal manera que todos sus dientes trabajen al momento de triturar con el objetivo de que primero pueda desgarrar el material y la presión producida por los discos contra el envase lo deje homogéneo gracias a una rejilla en la parte inferior de los discos que retiene el producida para ser recogido nuevamente por los discos y volverlo a repetir el proceso de trituración para después que sea depositado en un recipiente teniendo el material triturado las mismas dimensiones.

Figura 4. Molino de disco



Fuente: Obtenido de Diseño y Construcción de una máquina trituradora (tesis)

2.5.3 MOLINO TRITURADOR DE CUCHILLA

Estos tipos de molinos poseen cuchillas que reducen el tamaño de diferentes materiales. El funcionamiento de este molino triturador de cuchillas es igual a los anteriores con la simple diferencia que este posee cuchillas fijas en un eje central donde muele el material para procesar. Ese impacto que ejerce la cuchilla con los materiales es realizado en la caja de trituración, este tipo de triturador restringe el camino del material a triturar las veces que sea necesario hasta que la cadena de impactos reduce el material y pueda pasar por la rejilla metálica con el tamaño requerido. (KRESISCH, 2017)

Figura 5. Molino Tritrador de cuchillas

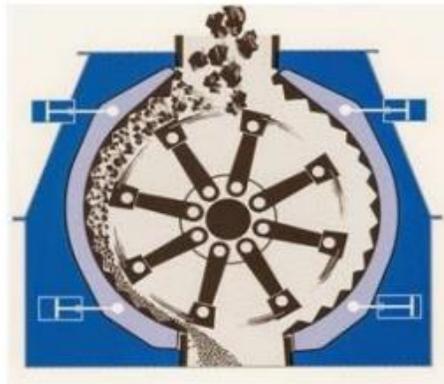


Fuente: Obtenido de Diseño y Construcción de una máquina trituradora (tesis)

2.5.4 TRITURADOR DE MARTILLO

Estas trituradoras tienen un trabajo similar a los molinos trituradores. Los trituradores de martillos son muy utilizados en canteras de procesamiento de material para construcción pueden procesar materiales duros y frágiles; su trituración o desintegración de material es por efecto de impacto que ejerce los martillos, donde se aprecia que tiene orificio de entrada de material en la parte superior y por medio de gravedad cae a la cámara de desintegración donde es golpeado por los martillos para su trituración.

Figura 6. Triturador de martillos



Fuente: Obtenido de Diseño y Construcción de una máquina trituradora (tesis)

2.5.5 TRITURADORAS DE CUCHILLAS

Estas trituradoras de cuchillas son muy utilizadas en las grandes industrias plásticas debido a que son muy fáciles de operar y su costo de mantenimiento es bajo, estas tienen cuchillas de diferentes modelos, básicamente están conformadas por un eje central robusto, que este a su vez está conectado con demás ejes que contienen las cuchillas que giran alrededor de la cámara de trituración; cuando se ingresa el material a la tolva este cae por la gravedad a la cámara de trituración donde las cuchillas cumplen su trabajo de cortar en segmentos el plástico hasta dejarlo homogéneo y a la medida adecuada por parte del cliente.

Figura 7. Trituradora de cuchillas



Fuente Obtenido de *Diseño y Construcción de una máquina trituradora (tesis)*

2.6 CHUMACERAS

Una chumacera es un rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo a un eje de rotación. Este tipo de cojinete se coloca generalmente en una línea paralela en el eje del árbol. Las chumaceras se encuentran en varios sistemas de transporte y son a menudo auto lubricantes. La fabricación industrial, la fabricación de comida y de bebidas y las industrias manufactureras textiles a menudo utilizan chumaceras en sus sistemas de transporte.

2.6.1 TIPOS DE CHUMACERAS

Hay dos tipos básicos de rodamientos de chumacera de acuerdo con su uso. Las chumaceras hidrodinámicas se utilizan a bajas velocidades y, eventualmente, eliminan el contacto de metal a metal ya que la velocidad del dispositivo en el que el rodamiento está montado alcanza su límite. Las chumaceras hidrostáticas mientras tanto no tienen ningún contacto de metal a metal, son capaces de soportar cargas pesadas y a velocidades diferentes y tienen un bajo coeficiente de fricción. (HURTADO, 2018)

2.7 MOTOR MONOFÁSICO

La definición más simple y concisa para definir esta máquina es la siguiente: el motor monofásico es una máquina rotativa que convierte energía eléctrica en energía mecánica.

2.7.1 PARTES DE UN MOTOR MONOFÁSICO

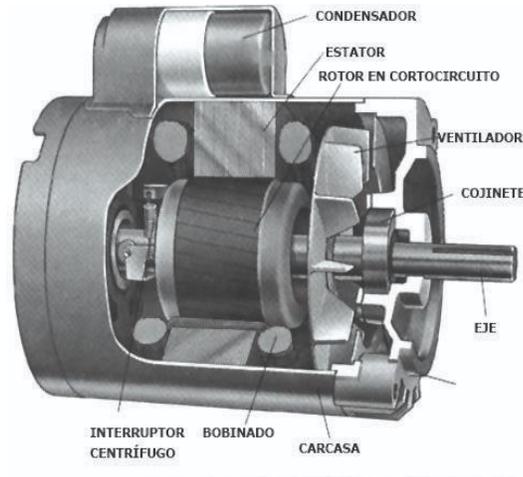
Existen tres componentes básicos de un motor monofásico que son:

El estator: La característica principal que está formado por un núcleo de acero en el cual se montan unas ranuras, donde se enrollan unos hilos de cobre donde uno de ellos es el principal y el otro es el auxiliar, esta es la parte fija del motor ya que en su mantenimiento este no se desarma.

El rotor: Esta es la parte móvil del motor, que por el campo magnético dado por el estator este logra girarlo, como veremos a continuación. Está compuesto de un eje que en conclusión tiene la finalidad de llevar la energía mecánica, en el cual va montado un núcleo magnético hecho por láminas de acero, que a la misma vez añaden longitudinalmente unas barras de aluminio dando como resultado una estructura sólida llamada “jaula de ardilla”.

Los escudos: Estos los encontramos en los lados de frente y posterior del motor, cuyo objetivo es posicionar al eje del rotor para que no exista desbalanceamiento, y no exista desgaste de los componentes montados en el mismo, por su parte la última parte en hablar es la carcasa, que básicamente es todo lo que cubre y protege a todas las partes del motor de cualquier daño, golpes, caídas que le puedan afectar desde la parte externa.

Figura 8. Partes de un motor monofásico



Fuente: Obtenido de Editores Motores Eléctricos Monofásicos

2.7.2 FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR MONOFÁSICO

El funcionamiento de un motor monofásico es igual al motor de tres fases, ya que ambas proveen de energía mecánica a través de la energía eléctrica, tomando de referencia el principio de atracción y repulsión entre un imán y un material magnético que es sometido a una corriente eléctrica.

En la mayoría de los escenarios, el estator es el que recibe la corriente AC desde el suministro de energía, en la parte del rotor se encuentran unas barras metálicas que su finalidad es conducir la electricidad, en el estator por efecto de la corriente monofásica, produce un campo magnético que ocasiona una fuerza electromotriz en las barras del rotor, la forma de las barras es espiral por ello cuando rotan producen la energía mecánica.

2.8 ENGRANAJES

Su función es transmitir movimiento a otro elemento invirtiendo el sentido del giro, este a su vez cuenta con un diámetro interior, exterior y primitivo lo que garantiza la cantidad de dientes adecuado a tallar o mecanizar. Por lo general se emplea dos o más ruedas de engrane conocidas como conjunto de engranaje, son empleadas para aumentar o reducir las revoluciones por minuto que me da un motor.

La rueda que va al motor es conocida como motriz mientras que la que recibe se le denomina conducida. Las ruedas dentadas son más empleadas que poleas debido a que son robustas y pueden transmitir grandes cargas de potencia, pero, entre las desventajas que se puede generar es el ruido en exceso que estas realizan al momento de su funcionamiento.

2.8.1 TIPOS DE ENGRANAJE

Los engranajes se diferencian por su forma debido a que cada una de su forma está destinada para satisfacer las necesidades que se presenten en la transmisión de movimiento o cadena cinemática, debido a su forma podemos destacar cilíndricas, cónicas y tornillos sin fin. Incluso dentro de esta clasificación podemos encontrar una subclasificación.

Dientes rectos: son los más empleados debido a que su mecanizado son los más fáciles de realizar y por ende su costo es más bajo que el de los demás. Son tallados y endurecidos con un tratamiento térmico para obtener una dureza que evita el desgaste y le favorece al endurecimiento de los dientes.

Helicoidales: son mecanismos que su elaboración genera un costo más elevado que los de dientes rectos, estos son empleados ya que no generan ruido y la fuerza que transmite es más estable y segura.

Cónicos: Las otras formas de dientes de los demás engranes permiten trabajar de forma paralelo, pero este sistema nos permite trabajar de forma perpendicular ya que el tallado de sus dientes son ángulos son más utilizados en cajas reductoras para cambien el sentido de rotación

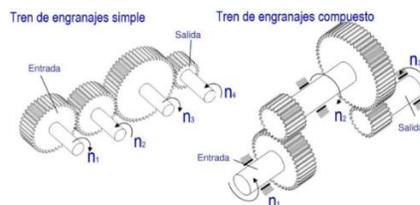
Tornillo sin fin: es considerado uno de los mecanizados especiales debido a que posee una forma helicoidal, se complementa con una rueda dentada que posee sus dientes inclinados y una parte cóncava que acopla de buena forma con el radio del tornillo, son empleadas para reducir o aumentar la velocidad.

2.8.2 TRENES DE ENGRANAJES

Cuando queremos realizar una transmisión y utilizamos dos o más ruedas dentadas podemos decir que implementamos un tren de engranajes. Al hablar de un engranaje simple es cuando todos los piñones se encuentran en una misma línea o plano, es decir que por cada eje exista una sola rueda montada mientras que un tren de engranajes compuesto es cuando varias ruedas están montadas en un solo eje.

En este ejemplo la relación de transmisión se ejecuta entre algunos ejes a la vez, lo cual se nota que en cada eje haya dos o más ruedas, siendo así que la rueda motriz engrane con una rueda intermedia donde transmite la rotación hacia la otra rueda montada en el mismo eje y este por efecto de engrane transmita movimiento de rotación a la rueda conducida para también disminuir los rpm de la salida del motor

Figura 9. Tren de engranajes



Fuente: Obtenido de Engranajes por Manuel Torres Búa

2.9 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN VINCULADOS

2.9.1 TEMA: CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE HOJAS SECAS DE GUAYUSA

Este proyecto innovador tiene como objetivo construir una máquina que sea capaz de triturar las hojas secas de guayusa para después procesarlas y convertirlas en infusiones aromáticas

Figura 10. Máquina Trituradora de Guayusa



Fuente: Obtenido de Diseño y construcción de máquina trituradora de hojas de guayusa (tesis)

2.9.2 TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA AUTOMATIZADA PARA ENVASES PLÁSTICOS

Este tema se basa en la construcción de una máquina trituradora automatizada con el fin de triturar los plásticos de tipo PET, con el fin de enfatizar en disminuir el impacto a la contaminación al medio ambiente implementando un método de reciclaje para este material.

Figura 11. Trituradora de envases plásticos



Fuente: Obtenido de Repositorio Dspace Facultad de Ciencias de la Ingeniería

2.9.3 TEMA: DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE PLÁSTICO PARA LA COMUNIDAD DE LIMONCOCHA, SUCUMBIOS-ECUADOR

El objetivo de este proyecto es construir una máquina trituradora de plástico a base de un diseño en programas de simulación para ver y entender el funcionamiento del mismo y como es el proceso de los residuos plásticos en la comunidad de Limoncocha Ecuador

Figura 12. Máquina Trituradora de Plástico para la comunidad de Limoncocha



Fuente: Obtenido de Repositorio digital SEK

2.10 RIESGO

Son sucesos no considerados los cuales pueden llegar a causar incertidumbre en una empresa taller u organización, estos pueden llegar a ser categorizados según sus grados de riesgo alto, moderado o bajo con la finalidad de identificar aquellos que pueden generar una pérdida laboral u económica.

2.10.1 TIPOS DE RIESGOS

En el mundo laboral los trabajadores se encuentran expuestos a un sin número de riesgos de acuerdo con su profesión entre ellos podemos encontrar:

Riesgos Físicos,

Riesgos Biológicos,

Riesgos Químicos,

Riesgos Ergonómicos,

Riesgos Psicosociales,

Riesgos Mecánicos,

Riesgos Ambientales,

Riesgos Eléctricos

2.10.2 RIESGOS MECÁNICOS

Estos tipos de riesgos se encuentran en toda máquina que se tiene que operar por ende puede dar lugar a una lesión cortes atrapamientos laceraciones y hasta en el peor de los casos desmembramientos ya que tenemos elementos mecánicos como engranajes, transmisiones por poleas, cadenas etc... Por eso debemos usar los EPP adecuados al operar cualquier tipo de máquina incluso siguiendo procedimientos de bloqueo LOTO para evitar accidentes.

2.10.3 RIESGOS ELÉCTRICOS

En cuanto a este riesgo si bien es cierto esto de los más comunes en la industria por ende siempre estamos expuesto a que suceda ya sea por un cable suelto o que esté sin su recubrimiento o alguna máquina que se encuentre sin su cable a tierra donde puede provocar al ser humano una descarga eléctrica que puede producir lesiones y hasta alguna fatalidad por eso se debe prevenir con los EPP adecuado y reportar al departamento técnico alguna novedad que se encuentre.

2.11.- PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Se realiza este proyecto con el objetivo de minimizar la contaminación al medio ambiente dando una iniciativa como es el reciclado de producto triturado para retrabajar lo y obtener un nuevo producto, para cumplir este objetivo se tendrá que investigar los diferentes tipos, modelos y manejos de operación de una máquina trituradora de plástico que se encuentren en comercialización dentro de la Ciudad de Guayaquil, para así entender su principio de funcionamiento.

Se procederá a diseñar y construir los distintos componentes que ensamblan la máquina realizando estudios de cálculos para la correcta selección de material a usar, obteniendo así que una efectividad al momento de tritura el plástico para posterior procesarlo en nuevo producto y contribuir en algo al medio ambiente para reducir el impacto a la contaminación.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 INVESTIGACIÓN

Es considerado como una agrupación de procedimientos que se emplean para dar a conocer un suceso o problema con mayor detalle aprovechando la información para obtener nuevos conocimientos en un espacio el cual se pueda aplicar.

La investigación Es un instrumento virtual que ayuda al progreso científico, nos permite obtener información verídica y a su vez descartar la información que podría ser falsa, considerando el tiempo y con objetivos claros, de esta forma se logra obtener nuevos conocimientos que aporten a las investigaciones que puedan estar respaldadas y replicadas.

3.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

- Investigación Básica
- Investigación Aplicada
- Investigación Documental
- Investigación Inductiva
- Investigación Experimental
- Investigación Exploratoria
- Investigación Descriptiva
- Investigación Explicativa
- Investigación Deductiva
- Investigación Bibliográfica
- Investigación Cuantitativa

3.2.1 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Es de tipo bibliográfica porque para desarrollar este proyecto se necesitó averiguaciones y consultas en libros, enciclopedias y páginas de internet relacionadas con el tema que tiene como finalidad determinar la factibilidad para la aplicación de una maquina trituradora de plásticos donde ayudara añadir valor al plástico que después se lo comercializara.

3.3 TIPO DE MÉTODO

3.3.1 MÉTODO DEDUCTIVO

Aplicando este método podemos verificar si la información que se recopila puede ser empleada para comparar con otros temas de igual interés, considerando las exigencias de los procesos en la trituración de plástico.

3.3.2 MÉTODO INDUCTIVO

Este método nos garantiza una verificación de datos correspondientes a la información obtenida de manera global, esto procede con el análisis de información que se obtuvo en el campo y la indagación de métodos de ingeniería que se puedan aplicar.

Debemos tener en cuenta que como toda máquina se debe darle un mantenimiento preventivo para garantizar y salvaguardar la integridad del operario, por ende, se recomienda un cambio de rodamiento en tiempos de vida estipulado por los fabricantes del rodamiento teniendo en cuenta que estos están expuestos a esfuerzo generados por el despedazamiento de material de las botellas de plásticos.

En el ámbito de la mecánica podemos encontrar un sin número de elementos los cuales nos pueden generar distintos movimientos estos son conocido como cadena cinemateca o elementos de transmisión de movimientos.

Para que se considere como tal debe cumplir dicha función la cual es transmitir movimiento de un punto a otro o cambiar su naturaleza ya sea pasar de un movimiento de rotación a uno lineal alterno o de manera viceversa.

Para el diseño de un prototipo de máquina de trituración para PET, se propone la siguiente metodología:

- Selección del tipo de trituradora a construir. A partir de los modelos existentes de trituradoras encontrados a través de artículos científicos, tesis y comercio industrial.
- Construir un modelo a escala que permita triturar botellas de PET de pequeño y mediano tamaño.

3.4 METODOLOGÍA E INGENIERÍA A LA MECÁNICA

3.4.1 MATERIAL A USAR EN CUCHILLAS

Para elegir un correcto material para la elaboración y utilización de las cuchillas debemos conocer su dureza y aplicaciones donde se va a aplicar, para ello se toma datos realizados en laboratorios con probetas y obteniendo los siguientes resultados:

Aceros de mediano porcentaje de carbono

Es uno de los aceros más comercializados debido a sus características que favorecen a la resistencia y exigencia de una variedad de trabajos industriales, en comparación con los aceros que contiene poco carbono estos nos permiten aplicar tratamientos térmicos debido a su concentración de carbono que se encuentra entre 0.25% y 0.55%, este material a su vez garantiza una mayor facilidad al momento de entrar al contacto con el arco eléctrico de la soldadura.

Se emplean mayormente en la elaboración de herramientas para la agricultura, repuesto de autos, maquinaria entre un sin número de variedad a usar.

Entre toda esta clasificación de aceros tenemos el Acero AISI- SAE 1045 CD SAE 1045 es un acero de ingeniería de uso general que proporciona niveles moderados de resistencia mecánica y tenacidad a un bajo costo en comparación con los aceros de baja aleación.

El contenido de carbono del acero 1045 lo convierte en un material ideal para uso general en una variedad de industrias. Este material se destaca por su fácil conformado y procesamiento, lo que permite que la industria lo utilice y lo utilice en varias partes de máquinas o procesos.

Tabla 1 Propiedades de los Aceros

1	2	3	Su	Sy	6	7	8
UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179

Fuente: Obtenido de Ingeniería de Materiales Daison Rodríguez

Figura 13 Acero al carbono (cuchillas)



Fuente: Obtenido de figura elaborada por el autor

3.5 ELABORACIÓN DE MÁQUINA TRITURADORA

La máquina está basada para triturar botellas de tamaño pequeñas hasta de 330 ml para así garantizar una buena función al operarla

La máquina está constituida por 4 partes:

- Suministro de poder (motor)
- Estructura (armazón)
- Caja de cuchillas (trituración)
- Tolva (protección)

Iniciamos con la construcción de la caja de cuchillas por ser la más compleja al realizarla esto consta de cuchillas fijas, móviles, separadores, eje de soporte.

Para la elaboración de cuchillas se escogió un material de mediano porcentaje de carbono por su resistencia y tenacidad como es el acero AISI-SAE 1045, comenzamos a mecanizarlo en la fresadora con una fresa cilíndrica a una placa de 12mm de espesor * 405 mm de longitud * 73mm de ancho con un ángulo de 45° en uno de sus extremos para el filo de cuchilla en total se hacen 2 cuchillas.

Figura 14 Mecanizado de cuchillas fijas



Fuente: Obtenido de figura elaborada por el autor

Figura 15 Mecanizado de cuchillas móvil



Fuente: Obtenido de figura elaborada por el autor

De igual manera se construye las cuchillas fijas con las mismas medidas de la placa que se construyó las cuchillas móviles solo que en estas cuchillas se realiza en sus dos extremos un chaflán a 45°, un total de 4 cuchillas, con el mismo espesor de 12mm, estas cuchillas van a ir soportadas en un eje cuadrado de material acero de transmisión 1018 con unas medidas de: longitud de 560mm la parte central es cuadrada y cada uno de sus lados es de 36mm de ancho y en sus extremos es de $\frac{3}{4}$ de pulgadas con una longitud 50mm.

Figura 16 Diseño de cuchillas fijas



Fuente: Obtenido de figura elaborada por el autor

Posterior a la construcción de las cuchillas se construye las paredes de la cámara de trituración donde se van a montar las cuchillas teniendo unas medidas de 410mm de ancho * 165 mm de longitud * 9mm de espesor de lado lateral y las medidas de lado frontal son 265mm de ancho * 165mm de longitud * 9mm de espesor

Figura 17 Mecanizado de paredes de caja de cuchillas



Fuente: Obtenido de figura elaborado del autor

A continuación, construimos el sistema de transmisión de tren de engranajes con 6 piñones de material de fundición gris en la cual detallamos el número de sus dientes

- Piñón 1 o motriz 25 dientes
- Piñón 2 80 dientes
- Piñón 3 32 dientes
- Piñón 4 95 dientes
- Piñón 5 32 dientes
- Piñón 6 127 dientes

Figura 18 Tren de engranajes de piñones de dientes rectos



Fuente: Obtenido de figura elaborado por autor

Luego montamos todo en la caja de cuchillas y observamos si no existe ningún trabamiento entre las cuchillas fijas y móviles, donde todo debe girar con la mano sin aplicar mucho esfuerzo para garantizar un correcto funcionamiento para ello lo soportamos con dos chumaceras UCF 204 en los extremos con un eje a lo largo de 19mm de diámetro.

Figura 19 Montaje de cuchillas móviles y fijas en la caja de cuchillas



Fuente: Obtenido de figura elaborado por autor

Como última parte construimos la estructura aplicando soldadura eléctrica con aportación de electrodos #7018 donde va a ir soportado el motor y la caja de cuchillas siendo este de material tubo cuadrado galvanizado de 1" * 1.5" de espesor, formando una estructura de las siguientes medidas: 800mm de longitud * 325mm de ancho * 620mm de profundidad.

Figura 20 Estructura de soporte de máquina Trituradora



Fuente: Obtenido de figura elaborado por autor

Se monta por último el motor monofásico de 1 hp con salida de 1720 rpm para transmitir el movimiento a las cuchillas y por ende se produce el proceso de triturado de plásticos reduciendo los rpm del motor 1720 a 46 rpm por un sistema de tren de engranajes.

Figura 21 Prueba de transmisión y correcto montaje



Fuente: Obtenido de figura elaborado por autor

3.6 CÁLCULOS

Al realizar los cálculos se debe considerar el factor de diseño en los materiales de 2. Por ende, el factor de seguridad superará al factor de diseño. El material por emplear es de acero al carbono AISI SAE 1045 para cuchillas y caja porta cuchillas que serán fabricadas, que es un material adecuado para cortar diferentes tipos de materiales. y para el eje de soporte de cuchilla AISI SAE 1018

3.6.1. CÁLCULOS DE FUERZA DE CORTE APLICADAS A BOTELLAS PET

Cuando queremos hallar la fuerza de corte aplicada por las cuchillas, se tiene que tomar algunos aspectos como por ejemplo el espesor de las botellas a triturar ya que todas no tienen el mismo espesor ya que así garantizamos un buen triturado, siendo así para nuestro cálculo tomamos un espesor de 0.3mm por cada lado de pared de botella, teniendo esto en consideración al momento que se va a triturar

Para nuestros cálculos usamos el 0.3 mm por lado de pared de botella que si lo multiplicamos por dos lados que tiene la botella vamos a obtener un valor de 0.6mm de espesor a triturar, y una longitud de la cuchilla de 115mm. Resolviendo tenemos:

Resistencia a la fractura del PET: 9.5MPa

$$e = 0.3 \text{ mm} \times 2 = 0.6\text{mm}$$

$$F = 9.5 \text{ MPa} * \frac{1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1 \text{ MPa}} * 115\text{mm} * 0.6\text{mm}$$

$$F = 655.5\text{N}$$

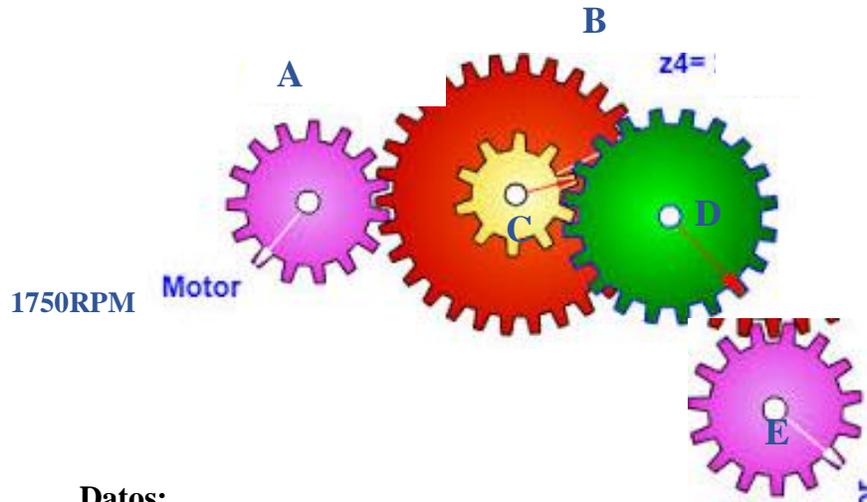
$$\text{Torque} = F * d$$

$$\text{Torque} = 655.5 \text{ N} * 0,0575 \text{ m}$$

$$\text{Torque} = 37,69 \text{ N*m}$$

$$\text{Torque} = 3.843 \text{ Kg} * \text{m por cuchilla}$$

3.6.2 CÁLCULO DE VELOCIDAD CON ENGRANAJES



Datos:

$$Z_A = 25 \text{ dientes}$$

$$Z_B = 86 \text{ dientes}$$

$$Z_C = 32 \text{ dientes}$$

$$Z_D = 95 \text{ dientes}$$

$$Z_E = 32 \text{ dientes}$$

$$Z_F = 127 \text{ dientes}$$

$$N_{ENTRADA} = 1750 \text{ RPM}$$

A-B

$$\frac{Z_A * RPM_{MOTOR}}{Z_B * N_B}$$

$$N_B = \frac{Z_A * RPM_{MOTOR}}{Z_B}$$

$$N_B = \frac{25 * 1720RPM}{80}$$

$$N_B = 538 \text{ RPM}$$

$$N_C = 538 \text{ RPM}$$

C-D

$$\frac{Z_C * N_C}{Z_D * N_D}$$
$$N_D = \frac{Z_C * N_C}{Z_D}$$

$$N_D = \frac{32 * 538RPM}{95}$$

$$N_D = 182 RPM$$

$$N_E = 182 RPM$$

E-F

$$\frac{Z_E * N_E}{Z_F * N_F}$$
$$N_F = \frac{Z_E * N_E}{Z_F}$$

$$N_F = \frac{32 * 182RPM}{127}$$

$$N_D = 46 RPM$$

3.7 CÁLCULO DE POTENCIA DE MOTOR

Aceleración Angular

$$\alpha = \frac{\omega}{2\text{seg}} \quad ; \quad \alpha = \frac{1720 \text{ rpm} * \frac{2\pi \text{ rad/seg}}{60}}{1 \text{ rpm}} \quad ; \quad \alpha = 90,05 \text{ rad/seg}^2$$

Para realizar el cálculo de la Inercia se necesita en cuenta las cuchillas y la carga a triturar (botellas de plástico PET)

Inercia de las Cuchillas

Donde;

m = masa de las cuchillas y eje portacuchilla

l = largo de la cuchilla

b = ancho de la cuchilla

$$I_{cuchillas} = \frac{m}{12} (l^2 + b^2)$$

$$I_{cuchillas} = 10\text{kg} \frac{1,2 \text{ kg}}{12} (0,115\text{m})^2 + (0,0575\text{m}^2)$$

$$I_{cuchillas} = 0,04628 \text{ kg.m}^2$$

Inercia de la carga

m = masa de la carga (botellas de plástico PET)

d = diametro de la cuchilla

$$I_{carga} = \frac{m * d^2}{8}$$

$$I_{carga} = \frac{0,5 \text{ kg} * (0,06\text{m})^2}{8} \quad ; \quad I_{carga} = 0,000225\text{kg.m}^2$$

Inercia Total

$$I_{Total} = I_{carga} + I_{cuchillas}$$

$$I_{Total} = 0,000225 kg.m^2 + 0,04628 kg.m^2$$

$$I_{Total} = 0,046505 kg.m^2$$

Momento Torsor

$$M = I_{Total} * \alpha$$

$$M = 0,046505 kg.m^2 * 90,05 rad/seg^2$$

$$M = 4,188 N.m$$

Cálculo de Potencia del motor

$$H = \frac{2 * \pi * n * M}{60}$$

$$H = \frac{2 * \pi * 1720rpm * 4,188N.m}{60}$$

$$H = 754,368 watt * \frac{0,0013 HP}{1 watt}$$

$$H = 0,9806 HP \approx 1 HP$$

Se determino con los cálculos obtenidos que se escogerá un motor de 0,5 Hp para que pueda trabajar eficientemente sin riesgo que deje de funcionar o llegar hasta fallar algún componente

CAPÍTULO IV

4.- RESULTADOS

Obteniendo los cálculos hechos dan como resultado el diseño de una maquina trituradora de plástico tipo PET con una potencia de 1 HP, 46 RPM y un torque de 3,84 kgf., el diseño de esta máquina obedece a un modelo de máquina industrial que permite obtener un tamaño de partícula de 10 mm

4.1 CUCHILLAS TRITURADORAS

Para obtener un triturado con partículas de tamaño aproximadamente de 10 mm se colocan 4 cuchillas bien afiladas donde en una parte de su extremo tiene un ángulo de 45° para obtener un excelente filo que le permita cortar como un efecto de tijera en cada vuelta y así poder triturar 0,5 kg en cada batch en un tiempo de 5 min

Tabla 2 tiempo vs cuchillas trituradoras

Tiempo	Cantidad
5min	0,5 kg
30 min	3 kg
60 min	6 kg
720 min	72kg
1440 min	144kg

Fuente: Obtenido de figura elaborado por autor

4.2 MANEJO DE OPERACIÓN DE MÁQUINA TRITURADORA

Para obtener una correcta operación de la maquina se debe realizar los siguientes pasos:

- 1) Elegir el tipo de plástico con cual se va a trabajar (Plástico PET)

- 2) Verificar que el cable del motor no se encuentre fisurado, rasgado
- 3) Nunca operar la maquina con anillos pulseras y utilizar los EPP necesarios para evitar cortes, atrapamientos y salpicaduras con los componentes mecánicos
- 4) Una vez, siguiendo estas recomendaciones de seguridad podemos encender la maquina
- 5) Introducir el plástico en las cuchillas (no introducir en ningún momento las manos u otros objetos metálicos cuando este en movimiento)
- 6) Recolectar el plástico triturado en el contenedor
- 7) Parar la trituradora y desconectarla
- 8) Limpiar la maquina con una brocha usando los EPP adecuados (mascara facial, guantes).

4.2.1 POSIBLES FALLAS O PROBLEMAS DE LA MÁQUINA

Tabla 3 Posibles fallas en la maquina

Falla	Detalle	Posible Solución
Motor trabado	Puede ser por sobrecarga al momento de introducir el material a triturar	Apagar la maquina y retirar el exceso de plástico trabado en las cuchillas usando los EPP
Motor no arranca	Puede ser que no le esté llegando corriente al motor por conexiones flojas	Revisar las conexiones eléctricas y observar que estén bien ajustados los bornes
Cuchillas no trituran	Puede ser que no ingrese correctamente las botellas dentro de las cuchillas	Apagar la maquina y empujarlo con la herramienta adecuada nunca con las manos

Fuente: Obtenido de figura elaborado por autor

4.3 SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para transmitir potencia a la máquina trituradora se utiliza un sistema de engranajes de material acero al carbono con mediano porcentaje ya que entre sus características favorables resiste al temple del material, son más resistentes y duros, entre las aplicaciones esta la fabricación de ejes, resortes, engranajes etc, su contenido de carbono puede variar entre el 0.25 y 0.55%.

Tenemos como resultado una eficiente transmisión por medio de un sistema de tren de engranajes convirtiendo la salida del motor de 1720 rpm a 46 rpm mediante cálculos realizados utilizamos 6 piñones de diferentes medidas como son:

- Piñón 1 o motriz 25 dientes
- Piñón 2 86 dientes
- Piñón 3 32 dientes
- Piñón 4 95 dientes
- Piñón 5 32 dientes
- Piñón 6 127 dientes

4.4 PLAN DE MANTENIMIENTO

4.4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Usamos este mantenimiento para prevenir futuras averías en la máquina y garantizar su buen desempeño alargando su vida útil. Metodología aplicada 5W+1H usando un modelo de mantenimiento de una empresa conocida a nivel Internacional “NESTLE SUR”

Mantenimiento 12 week

Operación 001

Mantenimiento Eléctrico

¿Dónde?

Trituradora de Plástico

¿Qué?

Ajuste de terminales de bornera en la caja de conexiones del motor

¿Cuándo?

12 WEEK

¿Quién?

Operador

¿Cuáles?

Llave de boca y corona 8mm

Bornero plano de 3mm

¿Cómo?

- Apagar la máquina y desconectarla.
- Verificar la no presencia de energías residuales.
- Aflojar 4 pernos M5 con llave 8mm la tapa de conexiones y retirarla
- Ajustar los terminales uno a uno con bornero plano de 3mm
- Revisar estado de cables que no estén fracturados o doblados si es el caso cambiarlo
- Se limpia con una brocha la suciedad de polvo
- Colocar tapa de conexiones ajustando 4 pernos M5 con llave 8mm
- Enchufar y encender la máquina para su respectiva prueba

Mantenimiento 12 week

Operación 002

Mantenimiento Mecánico

¿Dónde?

Trituradora de Plástico

¿Qué?

Limpieza de cuchillas fijas y móviles

¿Cuándo?

12 WEEK

¿Quién?

Operador

¿Cuáles?

Llave de boca y corona 19mm

Llave allen 3mm

¿Cómo?

- Apagar la máquina y desconectarla.
- Verificar la no presencia de energías residuales.
- Aflojar con una allen 3mm el prisionero en el soporte de chumacera y retirar la chumacera aflojando los 2 pernos M12 con llave 19 mm
- Aflojar 4 pernos M12 con llave 19mm la tapa lateral contramando del sistema de engranajes.
- Retirar eje con las cuchillas entre dos personas (usar guantes anticorte).
- Limpiar con brocha y trapo la caja de cuchillas en el interior y exterior
- Montar eje de cuchillas entre dos personas con guantes anticorte.
- Montar tapa lateral ajustando los 4 pernos M12 con llave 19mm
- Montar la chumacera y ajustar prisioneros, después enchufar y probar

Mantenimiento 52 week

Operación 001

Mantenimiento Mecánico

¿Dónde?

Trituradora de Plástico

¿Qué?

Cambio de rodamiento en chumaceras

¿Cuándo?

52 WEEK

¿Quién?

Operador

¿Cuáles?

Llave de boca y corona 19mm

Llave allen 3mm

¿Cómo?

- Apagar la máquina y desconectarla.
- Verificar la no presencia de energías residuales.
- Aflojar con una allen 3mm el prisionero en el soporte de chumacera y retirar la chumacera aflojando los 2 pernos M12 con llave 19 mm
- Desmontar chumaceras y cambiar el rodamiento
- Montar la chumacera en el eje ajustando los 2 pernos M12 con llave 19mm y ajustando los prisioneros de la chumacera con allen 3 mm
- Enchufar y encender la máquina para su respectiva prueba.

Mantenimiento 52 week

Operación 002

Mantenimiento Mecánico

¿Dónde?

Trituradora de Plástico

¿Qué?

Afilar cuchillas fijas y móviles

¿Cuándo?

52 WEEK

¿Quién?

Operador

¿Cuáles?

Llave de boca y corona 17mm

Fresa cilíndrica

¿Cómo?

- Apagar la máquina y desconectarla.
- Verificar la no presencia de energías residuales.
- Aflojar con una allen 3mm el prisionero en el soporte de chumacera y retirar la chumacera aflojando los 2 pernos M12 con llave 19 mm
- Aflojar 4 pernos M12 con llave 19mm la tapa lateral contramando del sistema de engranajes.
- Retirar eje de cuchillas entre dos personas (usar guantes anticorte).
- Colocar cuchillas en la fresadora para aclarar filos con la fresa cilíndrica
- Montar eje de cuchillas entre dos personas manipulando con guantes anticorte.
- Montar tapa lateral ajustando los 4 pernos M12 con llave 19mm
- Montar la chumacera ajustando los 2 pernos M12 con llave 19mm y ajustando los prisioneros de la chumacera con allen 3 mm
- Enchufar y encender la máquina para su respectiva prueba.

5.-CONCLUSIONES

- Se diseñó un prototipo de máquina trituradora de botellas PET, cuyos componentes son elaborados con acero al carbono de mediano porcentaje, como por ejemplo para realizar los engranajes y de acero alto carbono como por ejemplo para realizar las cuchillas y separadores tratándolos con un proceso extra de pavonado para obtener mayor dureza
- Se determinó los parámetros de torque de 59,0976 N/m, y una velocidad de 46 RPM, por consiguiente, se necesita un motor eléctrico de 1 HP de potencia.
- Se realizó un procedimiento del como operar correctamente la maquina aplicando seguridad en la maquinaria
- Se determinó algunas posibles fallas de la máquina trituradora como por ejemplo motor trabado, motor no arranca, cuchillas no trituran con sus respectivas soluciones que fueron indicadas anteriormente.

6.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar el procedimiento paso a paso para garantizar un correcto trabajo de la maquina
- Se recomienda chequear posibles soluciones ante fallas probables en la maquina
- Usar los EPP necesarios para el manejo de operación de la maquina y por ningún motivo manipular la maquina cuando esté trabajando
- Aplicar el proceso de pavonado a las cuchillas (enfriamiento con aceite) para obtener mayor temple y protege ante la corrosión al material
- Utilizar los piñones adecuados en el tren de engranaje para reducir los rpm hasta lo más mínimo que se pueda (valor estimado de 25 a 115 rpm)

REFERENCIAS

- (s.f.). Obtenido de <https://ecologismos.com/maquina-para-reciclar-plastico/>
- Alvarez, D. (2021). *Concepto*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/filtracion/>
- Angeles, F. (17 de Julio de 2019). *Prototipo*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/5198>
- Búa, M. T. (14 de Mayo de 2017). *Poleas*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/22_la_polea.html
- Búa, M. T. (30 de Abril de 2019). *Engranajes*. Obtenido de https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/43_engranajes.html#:~:text=Los%20engranajes%20son%20juegos%20de,e1%20movimiento%20circular%20a%20circular.
- Cairplas. (2018). *CAIRPLAS*. Obtenido de <https://cairplas.org.ar/plasticos/>
- Coelho, F. (2019). *Diccionario de dudas*. Obtenido de Diccionario de dudas: <https://www.diccionariodedudas.com/aprender-o-aprehender/>
- Coluccio, E. (2021). *Concepto*. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/condensacion/>
- Deusto. (2020). *Deusto formacion*. Obtenido de Deusto formacion: <https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-arquitectonico/que-es-para-que-sirve-autodesk-inventor-disenio-producto>
- Echazábal, M. M. (2017). *ECURED*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Cuchilla>
- Enprototipos*. (2020). Obtenido de Enprototipos: <https://prototip0.com/disenio-de-prototipos/>

Gabriela. (29 de Abril de 2022). *Filosofía*. Obtenido de <https://filosofia.co/preguntas/que-significa-cojinete-47720/>

GESTER. (03 de Abril de 2019). *INTEREMPRESAS*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/242683-Que-son-las-maquinas-trituradoras-de-plasticos-y-para-que-sirven.html>

Gonzalez, R. (2019). *Ecologia hoy*. Obtenido de Ecologia hoy: <https://www.ecologia hoy.com/condensacion>

HURTADO, Q. (9 de OCTUBRE de 2018). *RODACENTER*. Obtenido de <https://www.quinterohurtado.com/post/qu%C3%A9-es-una-chumacera>

Iberdrola. (2022). *Iberdrola*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/energia-eolica>

KRESISCH, T. (2017). *Libróptica*. Obtenido de Teodoro, Molino de cuchillas, 2017

Maquinova. (2022). Obtenido de <https://www.mezcladorasymolinos.com.mx/productos/molinos/de-martillos/>

Martí, E. B. (03 de Abril de 2019). *Interempresas Media*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/242683-Que-son-las-maquinas-trituradoras-de-plasticos-y-para-que-sirven.html>

Mella, C. (2021). *PRIMICIAS*. Obtenido de PRIMICIAS: <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/puerto-roma-poblacion-olvido-enfrenta-piratas/>

Merino., J. P. (2017). *Definicionde*. Obtenido de Definicionde:
<https://definicion.de/artificial/>

Monroy, G. M. (2021). *UAN*. Obtenido de
[http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4636/2/2021Germ%C3%A0nMa
uricioMonroyMonroy.pdf](http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4636/2/2021Germ%C3%A0nMa%20uricioMonroyMonroy.pdf)

Mora, D. (2018). *Calameo*. Obtenido de
<https://es.calameo.com/read/005656474b710857a7269>

Muñoz, C. (2020). *elsevier*. Obtenido de elsevier: [https://www.elsevier.es/es-revista-
inmunologia-322-articulo-microparticulas-como-sustrato-antigenico-lupus-
S0213962612000601](https://www.elsevier.es/es-revista-inmunologia-322-articulo-microparticulas-como-sustrato-antigenico-lupus-S0213962612000601)

PARKER, L. (24 de Julio de 2020). *National Geographic*. Obtenido de
[https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2020/07/residuos-plasticos-en-
el-mar-podrian-casi-triplicarse-para-2040](https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2020/07/residuos-plasticos-en-el-mar-podrian-casi-triplicarse-para-2040)

Perdomo, S. (08 de Julio de 2020). *Autodesk Inventor*. Obtenido de
[https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-arquitectonico/que-es-para-que-
sirve-autodesk-inventor-disenio-producto](https://www.deustoformacion.com/blog/disenio-arquitectonico/que-es-para-que-sirve-autodesk-inventor-disenio-producto)

Portillo, G. (2020). *Renovablesverdes*. Obtenido de
<https://www.renovablesverdes.com/turbina-eolica/>

Quest. (2021). *Quest*. Obtenido de Quest:
[https://www.questclimate.com/es/%C2%BFQu%C3%A9-es-la-humedad-relativa-y-
por-qu%C3%A9-es-importante%3F/](https://www.questclimate.com/es/%C2%BFQu%C3%A9-es-la-humedad-relativa-y-por-qu%C3%A9-es-importante%3F/)

Ramos, G. (2019). *Definicion*. Obtenido de Definicion: <https://definicion.mx/recursos/>

Ramos, G. (Abril de 2019). *Enciclopedia*. Obtenido de <https://enciclopedia.net/recursos/#:~:text=Se%20denomina%20recursos%20a%20to dos,intelectuales%2C%20recursos%20renovables%2C%20etc.>