



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Proyecto Técnico previo a la obtención del título de  
Ingeniería Industrial**

***Título:** “Propuesta de un diseño de prototipo de máquina automatizada que limpie los desechos sólidos en las playas de Chipipe de la provincia Santa Elena ”*

***Title:** “Proposal for a design of an automated prototype machine to Clean solid waste on the beaches chipipe province santa elena”*

**Autores:**

ALEISA ANABEL BARDI COELLO

BOLÍVAR GONZALO GONZALEZ PINZA

**Director:**

Ing. Armando Fabrizzio López Vargas. PhD

Guayaquil, septiembre 2021

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA**

Yo, Aleisa Anabel Bardi Coello, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado **“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PROTOTIPO DE MÁQUINA AUTOMATIZADA QUE LIMPIE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE CHIPIPE DE LA PROVINCIA SANTA ELENA”**. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

A handwritten signature in black ink on a light-colored rectangular background. The signature is written in a cursive style and reads "Aleisa Bardi Coello".

Aleisa Anabel Bardi Coello

C.I.1250180609

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, Bolívar Gonzalo González Pinza, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado **“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PROTOTIPO DE MÁQUINA AUTOMATIZADA QUE LIMPIE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE CHIPIPE DE LA PROVINCIA SANTA ELENA”**. Los conceptos aquí desarrollados, análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'B' followed by the name 'Bolívar G.' written in a cursive script.

Bolívar Gonzalo González Pinza

C.I.0931760334

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado “**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PROTOTIPO DE MÁQUINA AUTOMATIZADA QUE LIMPIE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE CHIPIPE DE LA PROVINCIA SANTA ELENA**” por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

A handwritten signature in black ink on a light-colored background. The signature is written in a cursive style and reads "Aleisa Bardi Coello".

Aleisa Anabel Bardi Coello

C.I.1250180609

## DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad de autor del trabajo de titulación titulado “**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PROTOTIPO DE MÁQUINA AUTOMATIZADA QUE LIMPIE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE CHIPIPE DE LA PROVINCIA SANTA ELENA** ”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Bolívar G.' with a large, stylized flourish underneath.

Bolívar Gonzalo González Pinza

C.I. 0931760334

## DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, en calidad de director del trabajo de titulación titulado “**PROPUESTA DE UN DISEÑO DE PROTOTIPO DE MÁQUINA AUTOMATIZADA QUE LIMPIE LOS DESECHOS SÓLIDOS EN LAS PLAYAS DE CHIPIPE DE LA PROVINCIA SANTA ELENA**” desarrollado por los estudiantes Aleisa Anabel Bardí Coello y Bolívar Gonzalo González Pinza previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de alto valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, septiembre , 2021.



Ing. Armando Fabrizio López Vargas. PhD.

Docente Director Técnico del Proyecto

## DEDICATORIA

Primeramente, quiero agradecerle a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida por culminar una de mis metas más anhelada en mi vida.

A mi madre Anabel Coello Mendoza que ha sido mi mayor motivación junto con mi abuelita Francisca , mi mascota Buddy por acompañarme en mis largas horas de estudios, quien me esperaba ansioso cada fin de semana que llegaba de la universidad sin ellas no hubiese sido posible lograr mis objetivos, quienes desde un principio estuvieron apoyándome en la etapa académica más importante de mi vida y aunque mi abuelita y mi mascota no se encuentre físicamente sé que desde el cielo me cuida y me bendicen y estarían orgullosos de unos de los logros más anhelado en mi vida este logro también es de ustedes.

Aleisa Anabel Bardi Coello

## **DEDICATORIA**

Para triunfar en la vida, no es importante llegar el primero. Para triunfar simplemente hay que llegar.

Dedico este presente trabajo a: Dios, por ser el que me fortaleció, por darme fuerzas en no decaer antes los obstáculos y vencerlos.

Mis padres, BOLIVAR GONZÁLEZ DELGADO y YOLANDA PINZA ANDRADE, por apoyarme, ayudarme y formarme día a día con sus consejos; gracias por su cariño y sacrificio que hicieron por mi, ya que gracias a esto fue posible la culminación esta etapa de mi vida. En este Día retribuyo todo el esfuerzo que ustedes hicieron por mi, por el cual yo estaré agradecido eternamente.

Mis HERMANAS, por su ayuda, dándome ganas y consejos que supieron darme para que yo siga adelante en todo momento.

A mis profesores por compartir todo su conocimiento durante estos años.

**Bolívar Gonzalo Gonzalez Pinza**

## AGRADECIMIENTO

Como siempre lo eh dicho vivo agradecida a DIOS por permitirme estar con vida, tener salud, por tener a mi pequeña familia , y haber logrado mi experiencia, mis enseñanzas en la Universidad que en el momento menos pensado se convirtió en mi segundo hogar donde no solo fueron clases, también el compañerismo el respeto hacia mis docente el valor que debemos darnos, inculcándonos siempre buenos valores y siempre ir por el camino del bien, le agradezco a todos mis docente desde que inicie mi carrera formaron parte de mi vida .

Estaré agradecida infinitamente a mi familia en especial a mi tía Geoconda Coello que también formo parte de esta etapa esencial de mi vida, gracias por esfuerzo , su apoyo incondicional, buscando lo mejor para mí.

Agradezco a Bolívar Gonzalez por acompañarme en este gran camino donde juntos nos hemos apoyado mutuamente en las buenas y en las malas, compañero de tesis y compañero de vida.

A la universidad Politécnica Salesiana por abrirme sus puertas donde puedo decir que crecí profesionalmente, me dio la oportunidad de culminar mis estudios y lograr mi tan anhelado sueño de ser Ing. Industrial, que hizo que conozca a mis docente que siempre estuvieron ahí para cualquier ayuda hasta para algún consejo , esta maravillosa carrera me permitió conocer a mi tutor quien me tuvo la paciencia de semana a semana la realización de este proyecto , gracias Ing. Armando López Vargas por la paciencia y dedicación de tiempo ,sin importar la cantidad de errores durante el proceso.

Aleisa Anabel Bardi Coello

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente agradezco a Dios por permitirme culminar esta etapa tan importante de mi vida.

Quiero agradecer A MIS PADRES, fueron los que me brindaron su apoyo y ayuda día a día, enseñándome buenos valores, principios, responsabilidad y su ayuda económica para poder estudiar y culminar este objetivo para un mejor futuro y orgullo para toda mi familia.

Agradezco a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL, que nos formó en esta etapa como personas responsables y profesionales para el desarrollo de nuestro país. Igual manera a los docentes que supieron tener paciencia y brindarnos su conocimiento.

También me gustaría agradecer A MI TUTOR DE TESIS, ING. ARMANDO LOPEZ VARGAS, PhD por su paciencia y esfuerzo. Su orientación, su persistencia y motivación nos fue fundamental para la culminación de este trabajo inculcándonos seriedad y responsabilidad que sin los cuales no habría tenido una formación completa.

Todo mi agradecimiento a Aleisa Bardi que a los largos de estos años fue más que una amiga, apoyándome, teniéndome paciencia, Dios nos permitió culminar este trabajo juntos.

A MIS AMIGOS, ya que gracias al equipo que formamos, llegamos hasta el final de esta etapa y que hasta el día de hoy continuamos siendo amigos.

Bolívar Gonzalo Gonzalez Pinza

## RESUMEN

La propuesta del prototipo es desarrollada en el programa inventor que se basa en un modelo de estructura con un recipiente para la basura y adaptada a un sistema de arrastre móvil, considerando el factor ambiental y el que tenga menos daños ambientales por la combustión, la mejor opción es un cuadro con este es suficiente para ejercer la fuerza requerida, cuya función principal de este diseño es ayudar con el cribado de la arena de las playas introduciéndose por debajo de la arena aproximadamente 10 cm de profundidad.

La realización de este proyecto técnico, se basó en diseñar una máquina automatizada que permita la recolección de desechos sólidos en las playas, hacemos énfasis en la localidad de Chipipe sector de la provincias de Santa Elena, ya que es una de las playas más visitadas a nivel nacional e internacional, y representa un gran riesgo de contaminación ambiental por la frecuencia de turistas, ya que se ha podido analizar la gran cantidad de desperdicios de organismos plásticos, micro plásticos y un sin número de desechos orgánicos, hoy en día es uno de los elementos más contaminantes del planeta ya se están dejando notar las islas de plástico en el océano y la poca preocupación del ser humano.

Basándose a estos estudios, este prototipo es de gran importancia y una de las principales características de la máquina es su base la estructura metálica y la selección de piezas fundamentales como ruedas, piñones, bandas. Así de esta manera en un futuro quien desee implantarlo lo puede ejecutar de la manera correcta.

Al momento de realizar el diseño de la máquina limpiadora, en el programa usamos una escala pequeña, para analizarla mejor, donde se implementó un motor eléctrico de 1 HP que es la parte que le dará la automatización a nuestro diseño para lograr lo que se requiere, que gire la banda transportadora y ejercer el movimiento para la recolección de la basura mediante unas garras y estas las empujas hasta llegar al recipiente que se encuentra en la misma estructura.

**Palabras claves:** Prototipo, desechos sólidos, desechos orgánicos, banda transportadora.

## ABSTRACT

The prototype proposal is developed in the inventor program that is based on a structure model with a garbage container and adapted to a mobile drag system, considering the environmental factor and the one with the least environmental damage due to combustion, the best Option is a square with this is enough to exert the required force, whose main function of this design is to help with the screening of the sand from the beaches, introducing itself under the sand approximately 10 cm deep.

The realization of this technical project was based on designing an automated machine that allows the collection of solid waste on the beaches, we emphasize the town of Chipipe, sector of the Santa Elena provinces, since it is one of the most visited beaches in national and international level, and represents a great risk of environmental contamination due to the frequency of tourists, since it has been possible to analyze the large amount of waste from plastic organisms, microplastics and a number of organic waste, today it is one of the most polluting elements on the planet are already showing the islands of plastic in the ocean and the little concern of the human being.

Based on these studies, this prototype is of great importance and one of the main characteristics of the machine is its base, the metal structure and the selection of fundamental parts such as wheels, pinions, bands. Thus, in the future, whoever wishes to implement it can execute it in the correct way.

When designing the cleaning machine, in the program we used a small scale, to better analyze it, where a 1 HP electric motor was implemented, which is the part that will automate our design to achieve what is required. , which rotates the conveyor belt and exerts the movement to collect the garbage by means of claws and these push them until they reach the container that is in the same structure.

**Keywords: Prototype, solid waste, organic waste, conveyor belt.**

## TABLA DE CONTENIDOS

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN .....   | 1  |
| CAPITULO I EL PROBLEMA .....   | 2  |
| 1.1. Antecedentes .....  | 2  |
| 1.2. Planteamiento del problema.....   | 3  |
| 1.3. Justificación del problema .....  | 4  |
| 1.4. Delimitación .....  | 5  |
| 1.4.1. Delimitación Geográfica .....   | 5  |
| 1.4.2. Delimitación temporal.....  | 6  |
| 1.5. Objetivos .....   | 6  |
| 1.5.1. Objetivo general.....   | 6  |
| 1.5.2. Objetivos específicos .....   | 7  |
| 1.6. Grupo objetivo (beneficiarios).....                                     | 7  |
| 1.7. Propuesta de solución.....  | 7  |
| CAPITULO II MARCO TEORICO .....  | 9  |
| 2.1. Antecedentes investigativos.....  | 9  |
| 2.2. Marco teórico referencial.....  | 11 |
| 2.3. Fundamentación teórica.....   | 11 |
| 2.3.1. Complejidades del Diseño.....   | 11 |
| 2.3.2. Diseño de forma.....  | 12 |
| 2.3.3. Características de las estructuras metálicas .....                    | 12 |
| 2.3.4. Ventajas e inconvenientes de la estructura metálica. ....             | 16 |
| 2.3.5. Tipos de vehículos para arrastre .....                                | 17 |
| 2.3.6. Bandas transportadoras.....   | 21 |
| 2.3.7. Principales funciones o aplicaciones de las bandas transportadoras.22 |    |
| 2.3.8. Tipos de bandas .....   | 23 |
| 2.3.9. Engranajes.....   | 26 |
| 2.3.10. Funciones principales de los engranajes. ....                        | 27 |
| 2.3.11. Clasificación de engranajes.....                                     | 27 |
| 2.3.12. Tipos de motores eléctricos.....                                     | 31 |
| 2.3.13. Clasificación de motores eléctricos.....                             | 31 |
| 2.4. Marco contextual.....   | 34 |
| 2.4.1. Contaminación en la zona de acción.....                               | 34 |
| 2.4.2. Higiene y seguridad. ....   | 38 |
| 2.4.3. Turismo y cultura.....  | 39 |
| 2.4.4. Desechos contaminantes en la zona de acción.....                      | 40 |
| 2.4.5. Desechos en la zona de acción.....                                    | 40 |
| 2.4.6. Sistema de recolección de desechos en la playa con maquina .....      | 40 |
| 2.4.7. Tipos de desecho de recolección del prototipo.....                    | 41 |

|  |    |
|--|----|
| 2.5. Marco legal .....   | 41 |
| 2.5.1. MAE (Ley de gestión ambiental) .....  | 41 |
| 2.5.2. Código Orgánico del Ambiente.....   | 43 |
| CAPITULO III MARCO METODOLOGICO .....  | 45 |
| 3.1. Diseño de investigación .....   | 45 |
| 3.2. Tipo de investigación .....   | 45 |
| 3.2.1. Descriptiva .....   | 45 |
| 3.2.2. Exploratoria.....   | 46 |
| 3.3. Enfoque de la investigación .....   | 46 |
| 3.3.1. Enfoque cuantitativo.....   | 46 |
| 3.4. Metodología aplicada para el diseño del prototipo.....  | 46 |
| 3.5. Diseño del prototipo .....  | 47 |
| 3.5.1. Estructura del prototipo .....  | 47 |
| 3.5.2. Sistema de transmisión.....   | 51 |
| 3.5.3. Banda transportadora .....  | 57 |
| 3.5.4. Selección del motor para accionar banda transportadora.....                                 | 67 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS .....   | 74 |
| 4.1. Propiedades técnicas.....   | 74 |
| 4.1.1. Datos generales del diseño.....   | 74 |
| 4.1.2. Características de la banda.....  | 74 |
| 4.1.3. Diseño final del prototipo de máquina automatizada para recolectar<br>desechos sólidos..... | 75 |
| 4.2. Costo de implementación.....  | 79 |
| CONCLUSIONES .....   | 81 |
| RECOMENDACIONES .....  | 82 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 83 |
| ANEXOS.....  | 87 |

**INDICE DE TABLAS**

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Nomenclatura de acero inoxidable.....  | 14 |
| Tabla 2 Características técnicas de láminas galvanizadas .....                                     | 16 |
| Tabla 3 Modelo de cuadrones .....  | 20 |
| Tabla 4 Tipos de cauchos.....  | 26 |
| Tabla 5 Estudio de Capacidad de Carga Turística .....  | 40 |
| Tabla 6 Especificaciones técnicas de tuberías estructurales de acero negro.....                    | 48 |
| Tabla 7 Propiedades físicas de los tubos estructurales de acero negro y galvanizado estándar ..... | 49 |
| Tabla 8 Magnitud de las cargas a las que está sometida la estructura .....                         | 50 |
| Tabla 9 Relación de velocidades según la cantidad de dientes de un par de ruedas. ....             | 54 |
| Tabla 10 Ficha técnica de los engranajes según la cantidad de dientes. ....                        | 54 |
| Tabla 11 Medidas de las ruedas dentadas escogidas para sistemas de tracción .....                  | 55 |
| Tabla 12 Especificaciones técnicas de los rodamientos SKF 62200 2RS1 .....                         | 56 |
| Tabla 13 Características de la banda transportadora seleccionada .....                             | 58 |
| Tabla 14 Resistencia y aplicaciones de la banda seleccionada.....                                  | 59 |
| Tabla 15 Detalles técnicos de la banda para el diseño .....  | 59 |
| Tabla 16 Variables a considerar para el factor de resistencia S.....                               | 65 |
| Tabla 17 Datos del eje .....   | 68 |
| Tabla 18 Parámetros de selección para el motor de la banda transportadora .....                    | 71 |
| Tabla 19 Eficiencia perdida.....   | 72 |
| Tabla 20 Ficha técnica del motor de 1 HP seleccionado .....  | 73 |
| Tabla 21 Características técnicas del prototipo.....   | 74 |
| Tabla 22 Características técnicas de la banda.....   | 75 |
| Tabla 23 Diseño final del prototipo .....  | 75 |
| Tabla 24 Presupuesto para el prototipo .....   | 79 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>Figura 1</b> Ubicación Geográfica de la playa Chipipe   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Figura 2</b> Acero ordinario .....  | 13                                   |
| <b>Figura 3</b> Acero autopatinable.....   | 14                                   |
| <b>Figura 4</b> Láminas de acero.....  | 15                                   |
| <b>Figura 5</b> Láminas de aluminio .....  | 15                                   |
| <b>Figura 6</b> Esquemas de tractores .....  | 18                                   |
| <b>Figura 7</b> Modelo Jhon Deere .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Figura 8</b> Modelo de cintas transportadora .....  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Figura 9</b> Bandas de algodón .....  | 23                                   |
| <b>Figura 10</b> Bandas de PVC.....  | 24                                   |
| <b>Figura 11</b> Bandas modulares .....  | 25                                   |
| <b>Figura 12</b> Bandas de mallas metálicas.....   | 25                                   |
| <b>Figura 13</b> Curva de perfil y dientes .....   | 27                                   |
| <b>Figura 14</b> Estructuras de engranajes rectos .....  | 28                                   |
| <b>Figura 15</b> Engranajes helicoidales .....   | 29                                   |
| <b>Figura 16</b> Engranajes no paralelos coplanares.....   | 29                                   |
| <b>Figura 17</b> Engranaje no paralelos no coplanares .....  | 30                                   |
| <b>Figura 18</b> Geometría del engranaje.....  | 30                                   |
| <b>Figura 19</b> Motor C/A .....   | 32                                   |
| <b>Figura 20</b> Diagrama de tipos de motores de corriente alterna .....   | 32                                   |
| <b>Figura 21</b> Motor CC.....   | 33                                   |
| <b>Figura 22</b> Especificaciones del motor universal.....   | 34                                   |
| <b>Figura 23</b> Motor universal .....   | 34                                   |
| <b>Figura 24</b> Botellas encontradas en la playa Chipipe.....   | 35                                   |
| <b>Figura 25</b> Minga hecha por voluntarios.....  | 35                                   |
| <b>Figura 26</b> Tortuga enredada con cabos arrojados en el mar .....  | 36                                   |
| <b>Figura 27</b> Basura en alta mar en Chipipe.....  | 36                                   |
| <b>Figura 28</b> Playas de Chipipe con aguas limpias, tras el cierre por la emergencia sanitaria del COVID -19 ..... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Figura 29</b> Playas de salina nunca antes vista tan limpia.....  | 37                                   |
| <b>Figura 30</b> Derrame de aguas servidas .....   | 38                                   |
| <b>Figura 31</b> Aguas negras vertidas en la playa de Salinas.....   | 39                                   |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>Figura 32</b> Estructura del prototipo .....  | 48                                   |
| <b>Figura 33</b> Diagrama de cuerpo libre de la estructura del equipo en la condición de carga más desfavorable .....      | 50                                   |
| <b>Figura 34</b> Diagrama de los esfuerzos a los que está sometida la estructura .....                                     | 51                                   |
| <b>Figura 35</b> Geometría de rueda dentada y cadena de rodillos en una transmisión por cadena .....                       | 52                                   |
| <b>Figura 36</b> Ubicación del sistema de transmisión por cadena en el elemento de izamiento por banda transportadora..... | 53                                   |
| <b>Figura 37</b> Paso de cadena de la cadena del sistema de transmisión .....  | 55                                   |
| <b>Figura 38</b> Dimensiones de rodamientos .....  | 57                                   |
| <b>Figura 39</b> Dimensiones de los resaltes de rodamientos .....  | 57                                   |
| <b>Figura 40</b> Vista lateral del diseño de la banda transportadora.....  | 60                                   |
| <b>Figura 41</b> Vista frontal del diseño de la banda transportadora .....   | 60                                   |
| <b>Figura 42</b> Vista general del diseño de la banda transportadora .....   | 61                                   |
| <b>Figura 43</b> Factor de temperatura.....  | 65                                   |
| <b>Figura 44</b> Factor de resistencia .....   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>Figura 45</b> Par torsión máximo recomendado para el eje motriz.....  | 70                                   |

**INDICE DE ECUACIONES**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Ecuación 1 Relación de velocidad.....</b>                             | <b>53</b> |
| <b>Ecuación 2 Número de eslabones de la cadena .....</b>                 | <b>56</b> |
| <b>Ecuación 3 Área de carga transportada .....</b>                       | <b>62</b> |
| <b>Ecuación 4 Carga del producto en acumulación.....</b>                 | <b>62</b> |
| <b>Ecuación 5 Tracción de la banda.....</b>                              | <b>63</b> |
| <b>Ecuación 6 Tracción de la banda corregida .....</b>                   | <b>64</b> |
| <b>Ecuación 7 Resistencia de la banda.....</b>                           | <b>64</b> |
| <b>Ecuación 8 Tiempo traslado de desechos hasta punto más alto .....</b> | <b>66</b> |
| <b>Ecuación 9 Velocidad de transporte.....</b>                           | <b>66</b> |
| <b>Ecuación 10 Carga total del eje .....</b>                             | <b>68</b> |
| <b>Ecuación 11 Par de torsión del eje motriz .....</b>                   | <b>69</b> |
| <b>Ecuación 12 Potencia para accionar banda.....</b>                     | <b>70</b> |
| <b>Ecuación 13 Potencia del motor .....</b>                              | <b>72</b> |

**ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

$P_1$ : Carga de la estructura (N)

$P_d$ : Carga de los engranajes (N)

$F_{tg}$ : Fuerza tangencial de parte del motor (N)

$N_1$ : Rueda dentada o engranaje motriz

$N_2$ : Rueda dentada o engranaje de inversión inferior

$L_{cad}$ : Longitud de la cadena (mm)

$p_c$ : Paso de cadena (mm)

$A_{cinta}$ : Área de la carga transportada (m<sup>2</sup>)

$L_{banda}$ : Longitud de la banda (m)

$A_{banda}$ : Ancho de la banda (m)

$M$ : Carga del producto (kg/m<sup>2</sup>)

$F_p$ : Coeficiente entre la banda y producto

$M_p$ : Tracción de la banda (kg/m<sup>2</sup>)

$F_w$ : Coeficiente entre la banda y producto

$W$ : Peso de la banda

$L$ : Longitud del transportador

$H$ : Cambio de altura del transportador (m)

$F_w$ : Coeficiente entre la banda y producto

$T_{Banda}$  : Tracción de la banda (kg/m)

$T_{Banda}^*$  : Tracción de la banda ajustada (kg/m)

$FS$ : Factor de servicio

$R_{Banda}$ : Resistencia permitida de la banda (kg/m)

$RN_{Banda}$  : Resistencia nominal de la banda (kg/m)

$S$ : Factor de resistencia

$T$ : Factor de temperatura (°C)

$V$ : Velocidad lineal (m/min)

$L'$ : Longitud respecto a la distancia entre ejes (m)

t: Tiempo de traslado (min)

x: Distancia recorrida (m)

$W_{eje}$ : Carga total del eje (kg)

$Q$ : Peso del eje (kg/m)

$T_0$ : Par de torsión del eje motriz (kg-mm)

$P.D$ : Diámetro de paso del engranaje (mm)

*Potencia*: Potencia para accionar la banda (HP)

%: Porcentaje respecto a las pérdidas de eficacia

## INTRODUCCIÓN

La recolección de desechos en las playas es un trabajo constante en las costas a nivel mundial, y en Ecuador, un país con más de 500 km de costa y playas turísticas es una actividad que también se realiza. Esta recolección de desechos podría ser efectuada de manera manual (minga) ya sea con las manos o con herramientas como rastrillo, palas, etc.; mientras que de manera mecánica sería aquella donde se utiliza maquinas recolectoras.

Algo característico de las playas incluida las de la costa ecuatoriana es la presencia de arena, por lo que se utilizaría maquinas con tamizado/cribado para separar todo tipo de desecho existente en la arena. Las maquinas con sistema de tamizado se divide en dos: en equipo de remolque y autopropulsado, los tipos remolque necesitan de un vehículo que los arrastre para su funcionamiento

La contaminación ambiental en el mundo es parte de una problemática muy grave hoy en día, es la causante de grandes pérdidas y daños en nuestra naturaleza, que se origina principalmente por el alto crecimiento de la población y el desinterés en el cuidado del medio ambiente.

Una de las grandes áreas afectadas es el perfil costanero ya que son lugares muy turísticos. Los elementos de contaminación son los residuos de las actividades realizadas por el ser humano, organizado en sociedad esta aumenta, no sólo porque a medida que la gente se multiplica y el espacio disponible para cada persona se hace más pequeño, sino también porque las demandas por persona crecen continuamente, de modo que aumenta con cada año lo que cada una de ellas desecha. (Miguel Ángel Osejos Merino<sup>1</sup>, 2017).

El mayor porcentaje de contaminación da registros por ingesta de residuos plásticos en animales, un claro ejemplo es en la fauna marina como delfines, peces, aves, ballenas entre otros, en los cuales se han encontrado restos de polímeros sintéticos como micro plásticos, bolsas etc. Los desechos plásticos causan la contaminación y la muerte de los animales marinos, por la obstrucción del aparato digestivo. (LÓPEZ, 2017).

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

Ecuador es uno de los países con gran atractivo turístico representado por sus variadas culturas, tradiciones y la gran biodiversidad que posee. A pesar de ser un país pequeño de América del Sur, cuenta con cuatro regiones que son: Costa, Sierra, Amazonía y Galápagos.

En la región costa se cuenta con uno de los lugares más turísticos del Ecuador, que es la Provincia de Santa Elena, cabecera cantonal del Cantón Salinas que cuenta con una población de 34 719 habitantes y cuya superficial urbana se divide en 4 parroquias. Está ubicada al extremo occidental del país; formando parte del conglomerado urbano de la puntilla de Santa Elena, junto con La Libertad, Santa Elena, José Luis Tamayo y Ballenita. Es conocida por sus playas, por lo que la ciudad es considerada el balneario más importante del país. Entre los atractivos turísticos de Salinas se destacan: la playa de Chipipe, San Lorenzo, Playa Mar Bravo, La Chocolatera.

La Playa de Chipipe es la más ancha, conocida y segura de la zona, posee escasas olas por lo cual es recomendable para niños y personas que evitan exponerse a olas es una de las pocas playas q no posee . Sus tranquilas aguas azules, las aves, la playa y los altos edificios a su lado hacen del lugar un paisaje muy atractivo.

Dicho cantón es uno de los lugares más escogido por muchos turistas nacionales e internacionales, debido a que en sus aguas abundan toda clase de codiciados peces. A pesar de que Salinas es considerado uno de los mejores balnearios de la costa azul del país, su desarrollo turístico y urbano se ha dado de forma desordenada paralelamente al flujo de visitantes, no reflejan la esencia de cultura (Palma, 2016).

Salinas es un gran acogedor de turistas y se destaca el sector de Chipipe donde se evidencian impactos ambientales negativos, por aguas residuales, desechos sólidos por falta de infraestructura básica, y la incultura ambiental de los habitantes los cuales se pueden ver a simple vista, como son la erosión y transformación que han sufrido a lo largo del tiempo, siendo los principales actores de la problemática ambiental y el

manejo sustentable de la biodiversidad de las albarradas, violando las leyes constitucionales, de patrimonio cultural y ordenanzas ambientales municipales. (SORIA, 2014).

Por la frecuencia recurrente de muchos turistas y el mal manejo de los desechos sólidos la degradación del medio ambiente ha sido y es uno de los problemas mundiales más graves que enfrenta la sociedad; el deterioro ambiental, a pesar de no tener fronteras geográficas ni políticas, se presenta con diferentes matices según la realidad socioeconómica y las características ecológicas de las diferentes regiones. En los últimos años los problemas medioambientales constituyen una creciente preocupación. (Murillo, 2014)

## **1.2. Planteamiento del problema**

Cada año en las playas del Ecuador la contaminación se ha convertido en una gran amenaza para nuestra sociedad, por la gran generación de desperdicio de plástico, fundas, botellas de vidrio, etc. La mala gestión que llevan los municipios al momento de realizar limpiezas pasa por alto las playas ya que hoy en día se está contaminando los mares por estos residuos, este problema es muy alarmante a nivel mundial, qué ha llevado que la ONU y otros organismos internacionales crean una alerta global. Ya que son toneladas de basura que se encuentran a las orillas del mar, y esto afecta al medio ambiente.

Hoy en día estamos en un estado de alerta, ya que el manejo de residuos sólidos de forma inadecuada y la mala disposición es un factor potencialmente contaminante del medio ambiente afectado la salud de las personas, pero creemos que es un problema que concierne a las instituciones públicas y la sociedad. Actualmente la humanidad no llega a la conclusión que la basura es producida por el hombre, comenzando desde los hogares hasta los generados por la producción industrial, siendo esta última la que más desechos genera de cualquier índole y en su mayoría peligrosos, no peligrosos orgánicos e inorgánicos, lo cual es una convivencia diaria en las playas más pobladas que termina con la generación de toneladas de desechos.

Son muchos los ciudadanos que no acatan las órdenes de no botar basura en las playas irrespetando las señaléticas donde se indica colocar los desechos. Los desperdicios también se generan por los vendedores ambulantes, ya que no cuentan con un recipiente para depositarlos, y estos a su vez son abandonados en las playas

sin tener conciencia del daño que se está causando. Otro caso de contaminación es el causado por la pesca artesanal cuando los pescadores desechan el material de trabajo en alta mar, o cuando los restos de sus faenas diarias son arrojadas a la orilla de la playa.

Durante algunas visitas a diferentes playas se pudo evidenciar que por motivo de días festivos aumenta la afluencia de turistas, trayendo consigo mayor contaminación. Luego de estas fechas, se encuentra en la playa residuos de botellas de vidrio y colillas de cigarrillos, desechos que poco a poco se van introduciendo más profundo en la arena sin ser vistas para facilitar su recolección. Cabe recalcar que estos residuos pasan enterrados durante muchos años hasta que llegue el tiempo de su desintegración.

Se evidencia claramente que no se cuenta con un sistema de recolección estricto, y que no se acatan las leyes y sanciones que el Ecuador tiene vigente por medio del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAE).

Actualmente tampoco existen regulaciones ambientales lo suficiente estrictas, ni planes de manejo, ni una verdadera cultura de limpieza donde se dé a la naturaleza la importancia suficiente para mantenerla, cuidarla y protegerla.

### **1.3. Justificación del problema**

En el Ecuador existe ya un programa donde se conmemora el Día Internacional de Limpieza de Playas, a través del MA, que tiene como objetivo recoger los residuos que se encuentran en las playas, alcanzar la mayor cantidad de voluntarios y concienciar a la población sobre la importancia de no contaminar estos espacios naturales, asimismo, se busca promover cambios positivos en el comportamiento de quienes causan la contaminación.

Es muy importante que los municipios implementen medidas de recolección para poder minimizar y prevenir la contaminación, que se hagan respetar las normativas que actualmente el gobierno exige en Galápagos desde el 2018, donde prohibieron el uso de cuatro tipos de plástico desde la entrada en los aeropuertos. Además del marco legal, la implementación compromete el trabajo del sector público y privado para la exitosa ejecución de esta normativa.

Si todas las ciudades del Ecuador implementaran un plan continuo de limpieza de playas se tendría mejores resultados, pero lamentablemente al pasar los días se destruye cada vez más, no es suficiente solo con un día al año sumarse a la iniciativa de limpieza, son muchos los problemas que se están presentando, aunque el gobierno exige medidas, los turistas y moradores no prestan atención, y poseen desconocimiento de los peligros que ocasionan tirar cualquier tipo de desecho ya sea en el mar o en la playas, no se tiene noción de las normas municipales de sanidad que existen. Actualmente tampoco existen iniciativas sustentables para el manejo de la basura recolectada y darle de esta manera un uso apropiado, creando un plan de reciclaje o iniciativas para mejorar el ecosistema, considerando que Ecuador es uno de los países con gran porcentaje de utilización de plástico.

Se debe crear más conciencia en el entorno de la naturaleza, muchas son las personas que no le prestan importancia a esta gran problemática, son miles de toneladas que se encuentran en el océano, y todo eso es perjudicial tanto para la vida marítima como para nosotros los humanos. Las playas son un sitio turístico para disfrutar con familia o amigos no para lo que se acostumbra a dejar como un basurero realizar fiestas y todos esos desperdicios quedan en la arena y así sucesivamente ocurre siempre esto, pero nadie toma cartas sobre el asunto, es el poco interés que hay en las leyes ambientales,

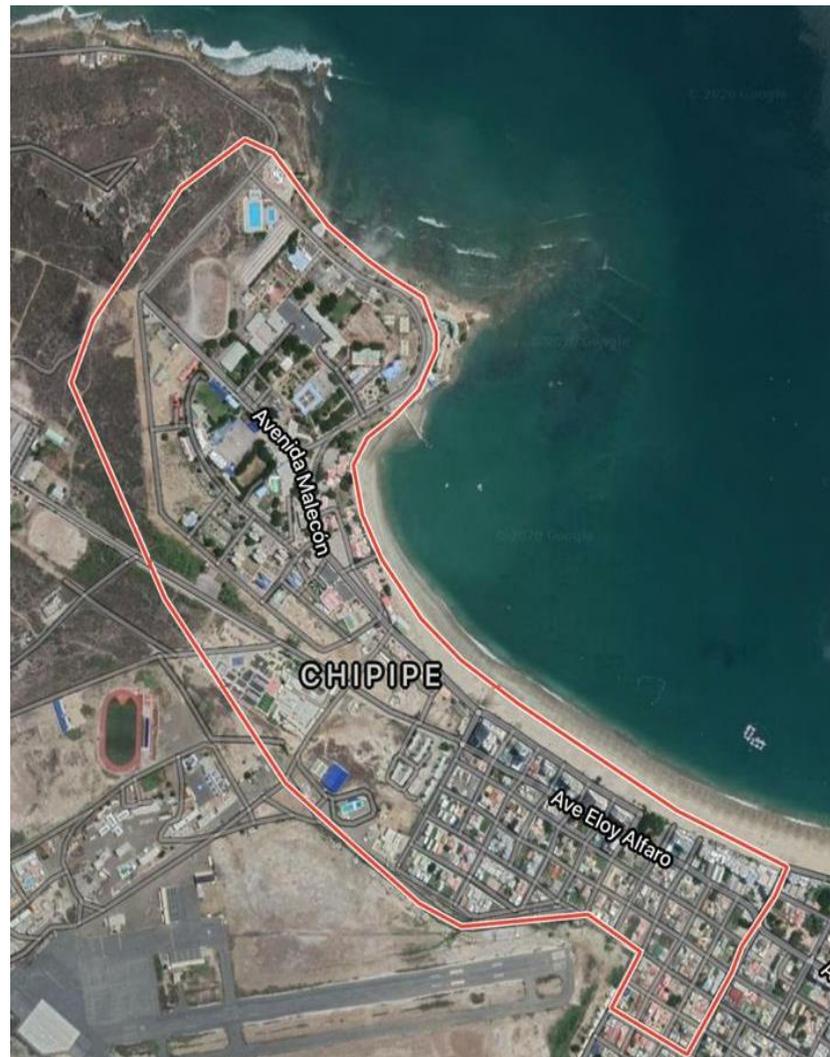
#### **1.4. Delimitación**

##### **1.4.1. Delimitación Geográfica**

Este proyecto técnico fue realizado en Chipipe es un sector de las playas de Salinas perteneciente a la provincia de Santa Elena.

Sus límites son: al Este el barrio del Malecón o San Lorenzo; al Sur, la playa de Mar Bravo y la Base Aérea donde se encuentra el pequeño aeropuerto de la ciudad; y al oeste, un pequeño cerro (y tras este el mar) y la Base Naval, donde se encuentran las famosas rocas "La Chocolatera", concurrida por surfistas. Finalmente, al Norte tiene la playa de Chipipe.

**Figura 1** Ubicación Geográfica de la playa Chipipe



Fuente: Google maps

#### **1.4.2. Delimitación temporal**

Este proyecto fue desarrollado a principios del mes de febrero de este año hasta finales de agosto, el cual comprende el diseño del prototipo de una máquina automatizada que limpie los desechos sólidos en las playas de salinas sector Chipipe.

### **1.5. Objetivos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar un prototipo de maquina limpiadora automatizada para el cantón salinas en el barrio Chipipe, que permita cumplir con el correcto funcionamiento de eliminación de desechos sólidos que existe en la arena.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de la contaminación de las playas con el fin de establecer el nivel de cumplimiento de los requisitos exigidos por el mandato legal.
- Realizar los cálculos del diseño de maquina limpiadora automatizada para el cantón Salinas.
- Determinar los costos de la implementación del diseño de prototipo de la maquina limpiadora de playa.

### **1.6. Grupo objetivo (beneficiarios)**

Los principales beneficiarios en la elaboración del diseño de un prototipo de maquina automatizada para limpieza de playas, son todos los ciudadanos del Ecuador e incluso los animales, porque se aporta con un medio ambiente sano fuera de contaminación, teniendo playas más limpias.

Otro grupo beneficiaría son los municipios o empresas privadas, quienes pueden contar con esta máquina que contribuye a un práctico uso y mejoramiento de limpieza, eliminando todo tipo de desecho solido que se encuentra en la arena de las playas.

Estas acciones garantizan mayor acogida al turismo de manera nacional e internacionalmente, ayudando al comercio de cada ciudad que posea playas.

### **1.7. Propuesta de solución**

Como propuesta para la recuperación del medio ambiente, con el fin de realizar limpieza de las playas, se plantea diseñar una maquina automatizada-mecánica que recolecte los desperdicios con un tamaño aproximado entre 3 y 30cm que se encuentren en la playa, esta recolección la realizará mientras la máquina se desplaza por la playa en diferentes direcciones, guiada por un vehículo de remolque.

Con el fin de recuperar la vida marina, ya que el mar representa el hogar para miles de especies vegetales animales, bacterias y otros microorganismos así mismos son una fuente de recursos naturales de energía alimentos, y se están agotando por este gravísimo problema, se deben implementar estrategias ambientales para parar

con esta cadena de contaminación creando conciencia desde cada habitante como sociedad, uniéndose a proyectos existente que en el Ecuador.

Este prototipo de maquina está diseñada para recoger de la arena desperdicios sólidos como elementos plásticos, micro plásticas, piedras, rocas, vidrio y las partículas pequeñas existente. Lo que destaca de este prototipo es que deja la arena al mismo nivel y sin residuos que puedan herir o lesionar a los bañistas.

Estaremos aportando grandemente con el medio ambiente, lo ideal sería implementarse y que en todo el Ecuador se lo aplique ya que tenemos un País que goza de muchos lugares turísticos son playas .

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes investigativos

En los últimos años, la contaminación se ha convertido en un problema de nuestra sociedad moderna, actividades como generación de desperdicios por medio de desechos o residuos se han incrementado con el pasar del tiempo, la cual en su mayoría corresponde a contaminación por plástico.

La tecnología actual busca desarrollar nuevos métodos en el desarrollo de vehículos o herramientas con un mecanismo de recolección de residuos, una suspensión mecánica independiente y una autonomía completa que le permite evadir obstáculos presentes en una playa como personas, sombrillas, sillas o la orilla misma (Lindao, 2018). Hay mucha menos información sobre el impacto de los micro plásticos que se encuentran en el interior de los peces. Es alarmante la preocupación debido al impacto potencial en personas que comen pescado con el temor de ingerir estos diminutos organismos plásticos, que tiene el potencial de afectar la salud de los consumidores, debido a que se ha demostrado que los peces pueden retener algo de plástico en su sistema de circularidad por más de 48 días (Villacres & Villamar, 2017)

De la presencia de estos problemas que inician desde las playas hasta los mares, se viene mucho hablando sobre las maquinas limpiadoras de playas o también llamadas robots limpiadores, sin embargo, la mayoría de estos robots se controlan a distancia y requieren un operador humano. En este artículo, se discute el desarrollo de un robot autónomo de limpieza de playas llamado "Hirottaro", que es adecuado para su uso en playas concurridas. Este robot fue diseñado para ser capaz de recolectar desechos de playas pobladas. El mecanismo de recogida de basuras se basó en la acción de limpiar los suelos con escoba y recogedor. También se desarrolló un sistema de navegación autónomo en la playa, calculó la posición del robot utilizando un telémetro y postes. Puede funcionar durante aproximadamente una hora utilizando una batería de plomo-ácido. Se tiene la intención de utilizar una batería de iones de litio para aumentar el tiempo de funcionamiento (Ichimura & Nakajima, 2016).

La Universidad Simón Bolívar, organizo un equipo integrado por estudiantes de ingeniería para la realización de este proyecto, debido a la creciente contaminación

del océano, con lo que afecta a todas las playas del mundo, el grupo organizador LARC 2013 presento la propuesta en la categoría open de construir un robot autónomo con la capacidad de trabajar recogiendo los desechos que los humanos dejan en sus visitas a las costas y no se dedican a limpiarlo antes de retirarse del lugar. La competencia se basó en que la maquina limpiadora de playa logre recoger la mayor cantidad de latas de refresco de 355 ml, y estos sean depositados en una papelera demarcada sin golpear objetos ni personas que se encuentran en la playa y sin entrar en el agua. La disponibilidad de componentes y materiales para la construcción del prototipo y el tiempo que tomaba construir las distintas secciones del robot dio como dimensiones finales las siguientes cantidades: 49,5 cm de largo, 48 cm de ancho y 40 cm de alto. El peso aproximadamente del robot será de 10 Kg. Para la movilidad de esta máquina, se emplearon diferente circuitos y dispositivos para controlarlo. Para lograr la realización de la movilidad se pensó en desarrollarlo en 3 secciones: El depósito de latas, distribución del chasis y la movilidad de los motores. Para la detección de las latas, mar y contenedor se decidió usar un dispositivo Android con cámara integrada (Dos Reis, y otros, 2013)

Ocean Conservancy informó el 8 de septiembre de 2020 que, durante los últimos 27 años, más de 9.5 millones de voluntarios han eliminado 163 millones de libras de basura de más de 330,000 millas de costas y vías navegables en 153 países. En la actualidad, más de 10 millones de libras de basura a lo largo de casi 20.000 millas de costas fueron recogidas por más de 550.000 personas, evitando de esta manera la muerte de los animales marinos. Por ejemplo, la muerte de la ballena en la playa, Patong, Phuket fue ocasionada por la ingesta de los desechos plásticos (Ocean Conservancy, 2020).

Muchas organizaciones intentan limpiar la playa, pero la cantidad de basura en la playa sigue aumentando en todo momento. Por lo tanto, mientras avanza el desarrollo tecnológico es indispensable la creación de una maquina robot para recoger la basura. Otro ejemplo de robot utiliza Bluetooth para la comunicación entre el usuario y el robot. Además, la cámara IP con capacidades adicionales de giro / inclinación puede enviar los datos de la imagen al usuario a través del sistema Adhoc. El software del controlador del robot está desarrollado en Microsoft Visual Basic 2005. El robot se puede controlar dentro de los 20 metros que es el límite de Bluetooth, por lo que se puede mejorar cambiando el Bluetooth para que sea de clase. El robot puede

moverse a una velocidad constante de 0,5 m/s y el tiempo de retardo es de 2 segundos como máximo. A su vez puede recolectar la basura, como la botella de plástico de 1,5 litros, la botella de vidrio de 0,63 litros, el policaja de espuma, etc. (Watanasophon & Ouitrakul, 2014).

## **2.2. Marco teórico referencial**

En los estudios ya realizados de diferentes países se ha podido evidenciar la gran cantidad de desechos que se encuentran en las playas, y por lo cual el mecanismo de utilizar una maquina limpiadora es de vital ayuda, si bien es cierto, este tipo de maquinaria en América Latina no es común encontrarlas, su precio podría variar entre \$16.000 hasta \$200.000 dólares americanos, por lo que es una inversión grande para ciertos países (Alfonso, y otros, 2021).

En Ecuador actualmente se han realizado estudios para dar servicios mediante empresas privada con inversión inicial de \$136.204,54 dólares americanos de la empresa “Clean Beach” para las ciudades de Atacames, Tonsupa y Villamil Playas, la misma que tiene una alta factibilidad, ya que la inversión se recupera en los 6 primeros años sin financiamiento y en 5 con financiamiento. El impacto socio-ambiental sería positivo debido a que, con una limpieza más profunda y constante, las playas estarían libres de desechos sólidos, cumpliendo de esta manera con el propósito ambiental de la empresa, generando mayores fuentes de trabajo y mejor calidad de vida (Ormaza-González & Castro-Rodas, 2020)

En un estudio realizado se presenta la implementación de un proyecto de limpieza y recolección mecanizada de desechos sólidos, como es la máquina barredora Beach Teach 2800 con un costo de €82.616,00 incluyendo los servicios de logística y Aduana. El proyecto se llevará a cabo en Playa, por ser el sector reconocido turísticamente a nivel nacional e internacional por su amplitud de la misma, a fin de generar mayores ingresos para aquellos comerciantes que habitan en el sector, que hoy en día debido a la contaminación de la playa experimenta poca afluencia de turistas (Paredes & Salamea, 2015)

## **2.3. Fundamentación teórica**

### **2.3.1. Complejidades del Diseño**

Existen diseños muy complicados, donde consiste numerosas piezas para su estructura y muchas veces en todos los países no se encuentran los materiales

necesarios, depende mucho su estética, entre más tecnología posee su costo es más elevado y mayormente difícil encontrarla en el mercado.

Estos tipos de máquinas en la actualidad su mercado es pequeño, y su diseño varía dependiendo las necesidades que se requiere, estos equipos pueden ser mecánicos como eléctricos o ser desplazados con máquinas de combustión de manera manual o hasta empuje humano (Hidalgo, Imbaquingo, & Mideros, 2017).

Al momento de diseñar lo que se desea es reducir el número de piezas y su vez tenga la misma función que las demás, y de alguna manera mejorar su función, de esta forma podemos partir con el boceto de una estructura que será nuestra base para nuestro prototipo, de esto partiremos para saber qué tipo de materiales son esenciales para su desarrollo, trataremos de implementar técnicas fundamentales que se adapten a las necesidades y en donde su unidad estructural es capaz de mejorar las tecnologías existentes.

### **2.3.2. Diseño de forma**

Determinados los criterios de diseño, se evaluó que el equipo no debe poseer alto consumo de combustión, que se debe evitar lo más posible usar maquinaria pesada ya que se trabaja en las playas y debemos aportar a la generación ambiental, y a su misma vez el equipo debe ser capaz de recolectar los elementos antes mencionados que se encuentran debajo de la arena (Blanco, 2018).

Los materiales que cumplen con los requisitos necesarios para el prototipo son los siguientes.

- Tipos de vehículo para arrastre
- Estructura metálica.
- Bandas transportadoras
- Engranajes
- Tipos de motor

Con estos elementos fundamentales para su diseño, que se busca para su correcto funcionamiento. Y acoplar los materiales esenciales.

### **2.3.3. Características de las estructuras metálicas**

Las estructuras metálicas, es equivalente a los prefabricados de hormigón, presentan un buen porvenir, ya que a medida que crece el nivel de vida de los países,

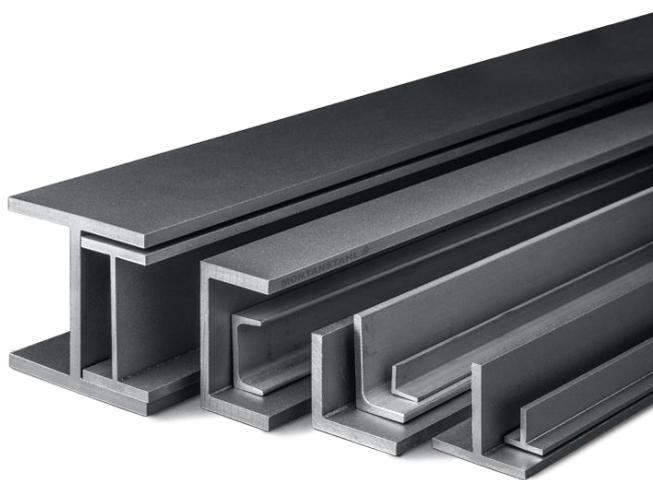
se pueden obtener más económicas las técnicas que requieren una menor cantidad de mano de obra.

Existen diferentes tipos de estructuras para elaborar ensamblaje, la elección de esta estructura se basó al esquema analizado del sector ya que se trata de un sector costanero donde la sal del mar es corrosiva y cualquier material al implementar a nuestro diseño no sería el correcto, el material con el que se puede ejecutar debe de ser un metal que no se oxide y que con el tiempo no se deteriore (Mendoza, 2019). En este caso el material de la estructura que se debe implantar para quien haga la realización del prototipo, debe poseer propiedades adecuadas para el clima que se encuentra el sector de Chipipe.

#### 2.3.3.1. *Metales fundamentales que son empleados en estructuras metálicas.*

**Acero ordinario:** Es el más empleado de cuando hablamos de estructuras metálica, y a su vez se clasifica de la siguiente manera en aceros al carbono, aleados, baja aleación ultra resistente, inoxidable y de herramientas (Callister, 2020).

**Figura 1** Acero ordinario



Fuente: Catiller (2020)

**Autopatinable:** Estos aceros poseen la misma macroestructura que los aceros ordinarios, tienen la peculiaridad de contener pequeñas cantidades de cobre, tienen un buen comportamiento ante la corrosión atmosférica, dado que muchas veces suele producirse una capa de óxido que es la que protege. Por tanto, es necesario limpiar esta capa, procurando que no quede expuesta a los elementos que provocan fricciones durante su vida útil, puede contaminar con el óxido antes mencionado en lugares que son transitados (Callister, 2020).

**Figura 2** Acero autopatinable

Fuente: Catiller (2020)

**Aceros inoxidables:** Su destinación son en estructuras sometidas en ambiente agresivos. Los más comunes los mostraremos en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1

*Nomenclatura de acero inoxidable*

| Nomenclatura europea (EN 10088.2) | Nomenclatura en EEUU | Tipo        | Composición    | Resistencia de cálculo fleje laminado en frío (MPa) | Resistencia de cálculo fleje o chapa laminado en caliente (MPa) | Alargamiento de rotura | Coefficiente de dilatación térmica ( $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ) |
|-----------------------------------|----------------------|-------------|----------------|---|---|------------------------|---|
| 1.4301                            | AISI 304             | austenítico | Fe+Cr+Ni       | 230   | 210   | 45%                    | 16  |
| 1.4307                            | AISI 304L            | austenítico | Fe+Cr+Ni       | 220   | 200   | 45%                    | 16  |
| 1.4401                            | AISI 316             | austenítico | Fe+Cr+Ni+Mo    | 240   | 220   | 40% a 45%              | 16  |
| 1.4404                            | AISI 316L            | austenítico | Fe+Cr+Ni+Mo    | 240   | 220   | 40% a 45%              | 16  |
| 1.4541                            | AISI 321             | austenítico | Fe+Cr+Ni+Ti    | 220   | 200   | 40%                    | 16  |
| 1.4571                            | AISI 316Ti           | austenítico | Fe+Cr+Ni+Mo+Ti | 240   | 220   | 40%                    | 16,5  |
| 1.4362                            |                      | duplex      | Fe+Cr+Ni+N     | 420   | 400   | 20% a 25%              | 13  |
| 1.4462                            |                      | duplex      | Fe+Cr+Ni+Mo+N  | 480   | 460   | 20% a 25%              | 13  |

Fuente: Página oficial de Acerinox (2017)

Los más habitualmente empleados y fáciles de encontrar en stock son los 1.4301 y 1.4401. Comercialmente se venden en chapas, flejes y barras lisas, roscadas o corrugadas. Los perfiles estructurales corrientes existentes en el mercado son a base de chapas conformadas en frío. La nomenclatura americana se adjunta porque es la habitualmente empleada por los industriales y almacenistas.

**Figura 3** Láminas de acero



Fuente: Catiller (2020)

**El Aluminio;** Aunque se desarrolló enormemente en la industria de la aviación, en estructura de edificación se limitaba a una carpa y una construcción desmontable por su ligereza (Callister, 2020)..

**Figura 4** Láminas de aluminio.



Fuente: Catiller (2020)

**Galvanización en caliente.** Consiste en la formación de recubrimiento de zinc o aleaciones de cinc-hierro por inmersión de las piezas y artículos fabricados de hierro y acero en un baño de zinc fundido a una temperatura de 450 °C (Brotons, 2006).

Tabla 2  
*Características técnicas de láminas galvanizadas.*

| Características   | Tipo de material:<br>acero galvanizado |
|---|--|
| Resistencia a la tracción (Kgf/cm <sup>2</sup> )                  | 5.000                                  |
| Alargamiento (%)  | 22                                     |
| Dureza HB   | 140                                    |
| Presión máxima admisible (bar)                                    | 258                                    |
| Coefficiente de dilatación x 10 <sup>-6</sup> (°C <sup>-1</sup> ) | 11,6                                   |
| Punto de fusión (°C)  | 1.540                                  |
| Temperatura máxima de trabajo en continuo                         | 95°C                                   |
| Presión máxima de trabajo en continuo                             | 20 bar                                 |

Fuente: Corpacero (2021)

#### 2.3.4. Ventajas e inconvenientes de la estructura metálica.

##### Ventajas.

- La estructura metálica "advierde" cuando sufre una deformación significativa antes de que el provoque una falla crítica.
- El material es homogéneo y el riesgo de lesiones humanas es mucho menor en comparación con las estructuras construidas con otros materiales. El material resiste todas las tensiones por igual.
- La estructura metálica no está sujeta a fenómenos reológicos, a excepción de la deformación térmica conserva sus excelentes propiedades indefinidamente.
- Con elementos prefabricados, las estructuras metálicas se construyen rápidamente y algunas de ellas se pueden montar en el taller. También tienen toda la potencia desde el momento en que se instalan.
- cuando se destruye, él es recuperable, por lo que conserva el valor residual del material.

##### Inconvenientes:

- Son necesarios dispositivos adicionales para conseguir la rigidez (diagonales, nudos rígidos, pantallas, etc.)

- La elevada resistencia del material origina problemas de esbeltez.
- Es necesario proteger las estructuras metálicas de la corrosión y del fuego.
- El coste, en principio, es más elevado que el de las estructuras de hormigón armado.
- El resultado de las uniones soldadas es dudoso, especialmente en piezas trabajando a tracción.

### **2.3.5. Tipos de vehículos para arrastre**

El equipo se puede desplazar por medio de máquinas de combustión o eléctricos, tractores agrícolas, ser dirigido por sistemas manuales o de control automatizado, poseer neumáticos o tracción a oruga, o simplemente por arrastre y/o empuje humano (Liu, Qui, Gan, Zhang, & De, 2002).

Considerando los aspectos generales de nuestro diseño, debe acoplarse un sistema de arrastre para que el prototipo pueda ejercer su funcionamiento para esto debemos considerar los siguientes dos tipos de vehículos especiales para arrastre.

Los equipos remolcados necesitan de unos vehículos de tracción auxiliar que a su vez proporciona potencia al sistema de limpieza. Este equipo auxiliar suele ser un vehículo, tales como tractores o motos de 4 ruedas (Malonda, 2019).

- Tractores
- Cuadrones (cuatrimotos)

#### *2.3.5.1. Tractores*

Es una máquina apta con un motor para su movimiento, puede ser utilizado para tirar de equipos móviles (arados, rastras), o para dirigir mecanismos de máquinas estacionarias (bombas, molinos, elevadores) y máquinas móviles.

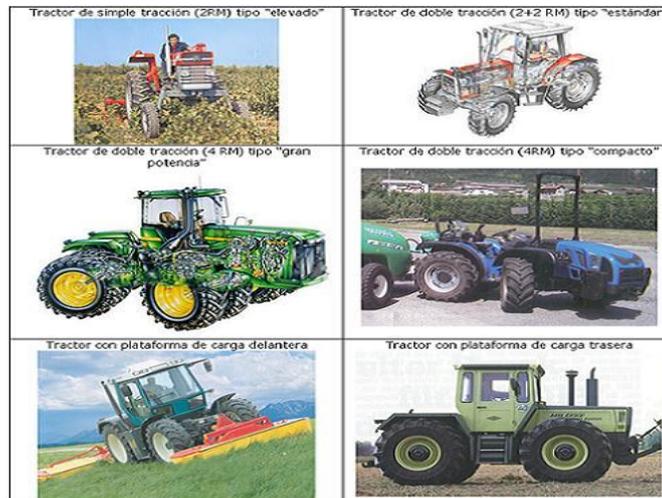
Los tractores usan sistema hidráulico ya que es muy típico de los que son modernos. Pero hoy en día es muy posible encontrar un tractor sin poseer este sistema. Este está montado en el bastidor del tractor de la caja del diferencial. Consta de varias partes de bombas hidráulicas, cilindros, pistones de elevación, ejes vibrantes y distribuidores hidráulicos. Externamente, el tractor puede enganchar el implemento agrícola con un acoplamiento rápido y un enganche de tres puntos. Este último consta de dos brazos del eje vibratorio, dos brazos de elevación, dos brazos de tracción y un

brazo de torsión central. El brazo de tracción está incluido en el estabilizador y es responsable de la estabilidad horizontal del instrumento durante el trabajo (Navarro, 2021).

Es muy usual las condiciones de operación a las que se someten los tractores en las diferentes industrias, tanto en lo que respecta a las jornadas de trabajos largos de seis a ocho horas por día y en algunos casos hasta 18 horas por día, en turnos simples o dobles, como a la naturaleza de las actividades que realizan las cuales son ejecutadas bajo condiciones severas de operación, son las más utilizados y los más recomendable.

Como por ejemplo para el sistema que estamos realizando en el cual necesitamos un mecanismo de arrastre en nuestro prototipo por su potencia y eficacia tendríamos un alto rendimiento, pero hay que considerar en el lugar donde lo vamos a utilizar, ya que este tipo de maquina es muy pesada para la locación, esta se trata de arena y como bien sabemos un tractor es una maquinaria pesada para estos lugares (Warguła, Wieczorek, Kukla, Krawiec, & Szewczyk, 2021).

**Figura 5** Esquemas de tractores



Fuente: Wargula y otros (2021).

Si hablamos de clasificar los tractores estos se hacen mediante la potencia de cada uno, hoy en día encontramos muchas marcas y que son reconocidas, una de ellas es la de John Deere.

### **Tractores Jhon Deere.**

Los nuevos tractores serie 5015 F y 5015 V de John Deere, especialmente

diseñados y fabricados para trabajar en largas jornadas. Cumpliendo con sus especificaciones y características todas las necesidades de estos mercados tan especiales. Son la elección perfecta para espacios limitados, ideales para pulverización, laboreo, siega y cualquier otra aplicación (Erokhin, Pastukhov, & Kazantsev, 2019).

- Cómodos y compactos
- Potente y eficiente toma de fuerza
- Nuevas potencias
- Nueva y espaciosa cabina
- Nuevos embragues
- Nuevo motor con nivel II de emisiones
- Nuevas transmisiones

**Figura 7** Modelo de tractor John Deere



Fuente: Erokhin y otros (2019)

#### 2.3.5.2. *Cuadrones*

Son vehículos diseñados para ser utilizados en la playa debido a su facilidad de operación y movilidad en ese tipo de suelo. En el mercado existe una gran variedad de cuadrones cuyos modelos varían según sus características que principalmente radican en el cilindraje del motor, potencia, suspensión, capacidad de remolque y tipo de neumático (Dos Reis, y otros, 2013).

#### **Ventajas**

- Existen cuadrones que pueden tener motor pequeño de hasta 150 cc.

- Tienden a consumir un poco de combustible.
- Reducción de espacio de aparcamiento.
- Control para conducir únicamente con las manos.
- Precio económico de fabricación depende el modelo.
- El costo por mantenimiento es bajo.
- Los repuestos se pueden adquirir de una manera más fácil.

### **Desventajas**

- La velocidad de circulación baja dependiendo el modelo.
- Instalación compleja para el control ya que para el mismo utiliza solo las manos del conductor.
- Parte delantera del vehículo sin recubrimiento.
- Para su circulación en las vías debe cumplir normas establecidas en el país

Lo más importante de este tipo de vehículo posee un bajo impacto ambiental, la preocupación por la contaminación que se produce diariamente está creando conciencia verde. Por ello cada vez se mira más hacia los vehículos ecológicos, pero con más énfasis al vehículo que contamine menos como para desplazarse en la ciudad sin contaminar. Un cuadron sería ideal para nuestro prototipo porque es lo que buscamos y más aún para usarlo en las playas y no causar daños ambientales por la combustión.

Entre la variedad de cuadrones existentes en el mercado, se seleccionó dos alternativas de modelo enfocándose principalmente en el cilindraje, capacidad de remolque y tipo de neumáticos, los mismos que se detallan a continuación.

**Tabla 3** *Modelo de cuadrones*

| Marca  | Modelo               | Cilindraje | Capacidad de Remolque |
|--------|----------------------|------------|-----------------------|
| Honda  | Rubicon<br>TRX520FM6 | 520 CC     | 600 kg (1322 lb)      |
| Can-am | Outlander X mr 570   | 570 CC     | 590 kg (1300 lb)      |

**Fuente:** Autor

Es importante mencionar que la máquina recolectora de desechos puede acoplarse a cualquier tipo de cuadron que tenga sistema de enganche, no precisamente debe ser los cuadrones indicados, pero se plantean estos modelos como referencias.

**Figura 6** Cuadron Fourtrax Rubicon TRX520FM6



**Fuente:** Honda Motor

**Figura 7** Cuadron Outlander X MR 570



**Fuente:** Bombardier Recreational Products Inc. (BPR)

### **2.3.6. Bandas transportadoras**

Las cintas transportadoras se utilizan como un componente de la distribución y el almacenamiento automáticos. También se considera un sistema que ahorra mano de obra que puede mover una gran cantidad de procesos rápidamente, lo que permite a las empresas enviar o recibir más volúmenes a un costo menor con espacio de almacenamiento (Andrejiova, Grincova, & Marasova, 2019). La cinta transportadora o transportadora es un sistema de transporte continuo que consiste básicamente en transportadores que se mueven continuamente entre dos tambores.

Hay transportadores ligeros y transportadores pesados. La correa es impulsada por fricción por uno de los tambores y el tambor es impulsado por un motor. El otro tambor generalmente gira libremente sin accionamiento y su función es actuar como correa de retorno. La correa está sostenida por un rodillo entre los dos tambores.

**Figura 10** Modelo de cintas transportadora



Fuente: Hou y Meng (2008)

Hay muchas características que son importantes para distinguir entre los diferentes tipos de cintas transportadoras de caucho. Por ejemplo, si la tracción del sistema de transporte es un problema, es mejor elegir una correa trapezoidal con ranuras profundas. Del mismo modo, el tamaño juega un papel importante en la determinación de la composición de la correa (Hou & Meng, 2008).

La elección de la cinta transportadora adecuada para diferentes aplicaciones es una parte importante del uso de estos sistemas.

### **2.3.7. Principales funciones o aplicaciones de las bandas transportadoras.**

- **De uso general:** esto es para transporte general o transmisión de potencia.
- **Agrícolas:** esto es para aplicaciones agrícolas como transferencia de ensilado, bandas para equipos agrícolas, etc.
- **De construcción:** se utilizan para materiales como tejas para techos o madera contrachapada. Son correas de alta resistencia diseñadas para su uso en equipos de construcción.
- **De elevadores:** este tipo de correas se utilizan normalmente en aplicaciones verticales en las que existen factores de seguridad adicionales para los accesorios del cucharón, así como orificios para engranar con los componentes

de transmisión y seguimiento.

- **Para procesamiento de alimentos y bebidas:** están diseñadas para usarse en aplicaciones de procesamiento de alimentos o bebidas.
- **Forestales:** están diseñadas para su uso en las industrias de tala, aserradero, granja de árboles e industrias relacionadas.
- **Para minería y canteras:** son bandas de alta resistencia que se utilizan para aplicaciones en minas y canteras. Pueden transportar materiales como mineral, piedra, relaves, grava, áridos, etc.
- **De alta temperatura:** se utilizan para materiales que pueden tolerar con seguridad temperaturas extremas. Pueden transferir materiales de alta temperatura.
- **Inclinadas:** generalmente están diseñadas para su uso en el transporte de material hacia arriba o hacia abajo de una pendiente.
- **Personalizadas:** pueden diseñarse para aplicaciones especiales.

### 2.3.8. Tipos de bandas

#### 2.3.8.1. *Bandas transportadoras de goma*

Vulcanizado de perfiles: Ancho de la banda en mm: En función del tipo existen unos anchos estandarizados. Son: - LISA: 300-400-500-600-650-700-800-1000-1200 -RUGOSA: Ancho máximo 1200 mm. Su cobertura tiene características del caucho para soportar el material a transportar (Hou & Meng, 2008).

**Figura 8** Bandas de algodón



Fuente: Hou y Meng (2008)

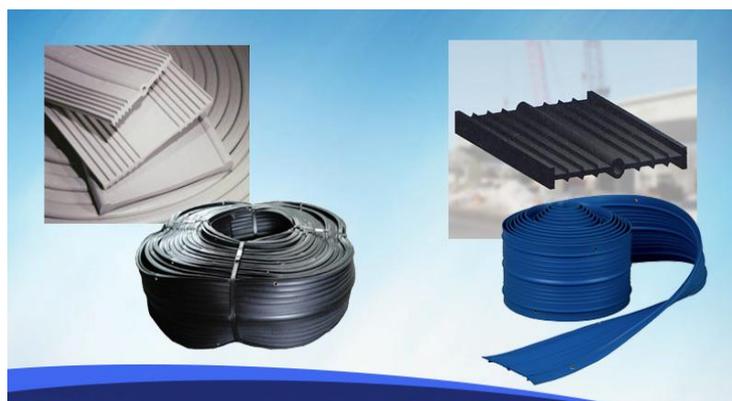
### 2.3.8.2. *Bandas transportadoras de PVC*

Debido a su durabilidad debido a las propiedades físicas y químicas del cloruro de polivinilo (PVC), estas correas se utilizan ampliamente en varios tipos y aplicaciones. Muchas correas de PVC están aprobadas según las normas.

Se emplean para el transporte interior de productos manufacturados y/o a granel, en la mayoría de los sectores industriales: alimentación, cerámica, madera, papel, embalaje, cereales, etc.

Según el tipo de producto a transportar se determinará la calidad de la cobertura: Blanca alimentaria (PVC o Poliuretano). Resistentes a grasas y aceites vegetales, animales o minerales, resistente a la abrasión, los cortes, antiestáticas permanentes (Hou & Meng, 2008).

**Figura 9** Bandas de PVC



Fuente: Hou y Meng (2008)

### 2.3.8.3. *Bandas transportadoras modulares*

Es la unión de módulos individuales de material de plástico moldeado por alta inyección conectados entre sí por varillas. Su vigoroso diseño está adaptado para garantizar procesos de transporte eficientes y fácil limpieza.

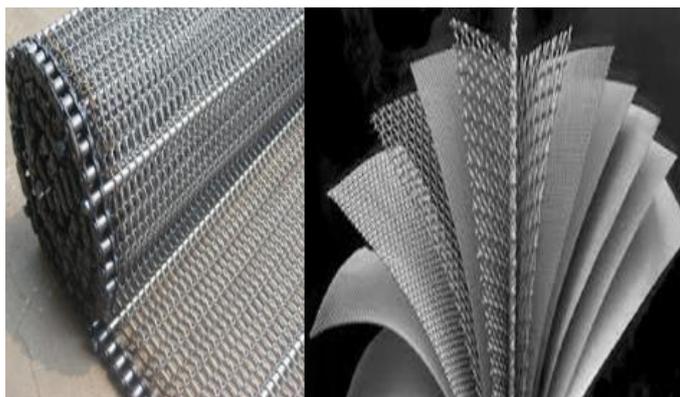
Se fabrican con materiales FDA (polietileno, polipropileno y poliacetal), permiten un amplio rango de temperatura de utilización (-70 a 105°C) y presentan las ventajas de su fácil manipulación, limpieza y montaje a la vez que una gran longevidad. Se utilizan mayormente para congelación, alimentación, embotellado, conservas, etc (Huaman, 2014).

**Figura 10** Bandas modulares

Fuente: Hou y Meng (2008)

#### 2.3.8.4. *Bandas de malla metálica / teflón*

Son fabricadas en distintos metales y aleaciones, generalmente están constituidas de alambre unidas entre sí por varillas onduladas o rectas. Permiten su utilización en aplicaciones extremas de temperatura (de  $-180^{\circ}\text{C}$  a  $1200^{\circ}\text{C}$ ), corrosión química o donde se requiera una superficie libre determinada. Tanto por los materiales empleados como por los tipos de banda, las posibilidades de fabricación son infinitas y las aplicaciones más usuales son las siguientes como; congelación, enfriamiento, hornos, filtrado, lavado, etc (Huaman, 2014).

**Figura 11** Bandas de mallas metálicas

Fuente: Hou y Meng (2008)

Estos tipos de bandas se los pueden cubrir de goma sirven para unir los elementos constitutivos de la carcasa y constan de dos partes, la superior y la inferior. Como se conoce que la goma es el elemento básico de los recubrimientos; tomando en consideración las propiedades mecánicas de resistencia, alargamiento y abrasión. A

continuación, en la Tabla 4 se presentan los tipos de caucho con lo que se suelen recubrir.

Tabla 4 *Tipos de cauchos*

| TIPO | NOMBRE QUIMICO        | PROPIEDADES  |
|------|-----------------------|--|
| NR   | NATURAL               | +CORTE / +DESGARRE / +ABRACION / +ELASTICIDAD / +RESILIENCIA / -ACEITE |
| IR   | ISOPRENO              | IGUAL AL CAUCHO NATURAL  |
| SBR  | ESTIRENO<br>BUTADIENO | +CORTE / +DESGARRE / +ABRACION / +RASGADURA / +ALTA TEMPERATURA        |
| NBR  | NITRIL<br>BUTADIENO   | +ACEITE  |
| CR   | CLOROPRENO            | +OZONO / +ABRACION / +ANTILLAMA (INCENDIO)                             |
| BR   | BUTADIENO             | +ABRACION / ++RESILIENCIA / +FLEXIBILIDAD A BAJAS TEMPERATURAS         |
| IIR  | ISOBUTIL<br>ISOPRENO  | +ALTA TEMPERATURA/ +OZONO/ +ENVEJECIMIENTO                             |
| EPR  | ETIL<br>PROPILENO     | MEJOR QUE ISOBUTIL ISOPRENO / +ABRACION                                |

Fuente: Página oficial de RUBBER (2014)

### 2.3.9. Engranajes

Se trata de una rueda o cilindro dentado empleado para producir movimiento giratorio o alternativo desde una parte de una máquina a otra. Los engranajes apropiados con piezas dentadas planas pueden transformar movimiento alternativo en giratorio y viceversa (Vergara, 2020).

Hablar de engranajes es muy común en el ámbito de la ingeniería por lo tanto se conoce que son los transmisores de par más fuerte y resistente. Su eficiencia de transmisión de energía puede llegar al 98%. Por otro parte, los engranajes suelen ser más caros que otros transmisores de par, como los de transmisión por cadena y banda.

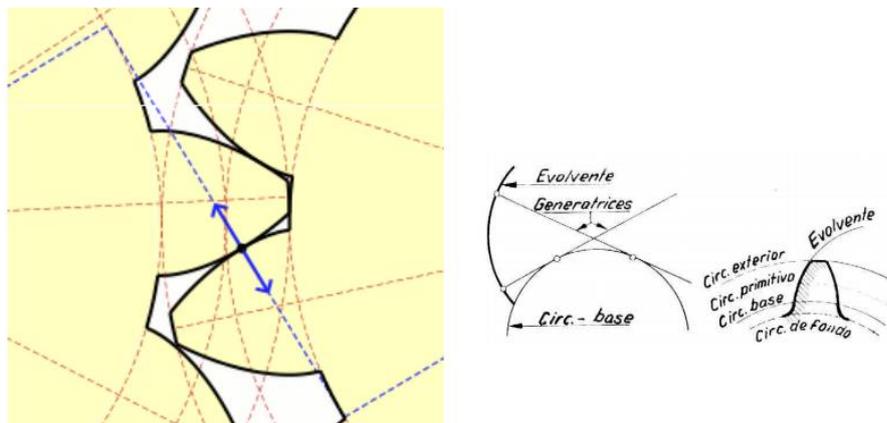
Los engranajes tienen una forma altamente estandarizada de dientes y tamaño.

### 2.3.10. Funciones principales de los engranajes.

Al referirse de "Par de engranajes, ruedas dentadas o engranaje" para referirse a la unión que se utiliza para transmitir potencia mecánica entre dos ejes mediante el contacto directo entre dos cuerpos sólidos unidos rígidamente a cada uno de los ejes (Vergara, 2020).

Debido a la forma curva de los perfiles que tienen los dientes es de evolvente o cicloidal el movimiento transmitido por un par de ruedas dentadas es de rodadura pura.

**Figura 12** Curva de perfil y dientes



Fuente: Tacle y otros (2019)

Estos también permiten grandes transmisiones de potencia desde el eje de una fuente de energía hasta otro eje situado a cierta distancia y que ha de realizar un trabajo sin grandes pérdidas de energía.

### 2.3.11. Clasificación de engranajes

Los engranajes se pueden dividir de las siguiente tres clases fundamentalmente que son (Tacle-Humanante, Moya-Rodríguez, & Marty-Delgado, 2019):

- Eje paralelo
- Ejes no paralelos coplanares
- Ejes no paralelos y no coplanares.

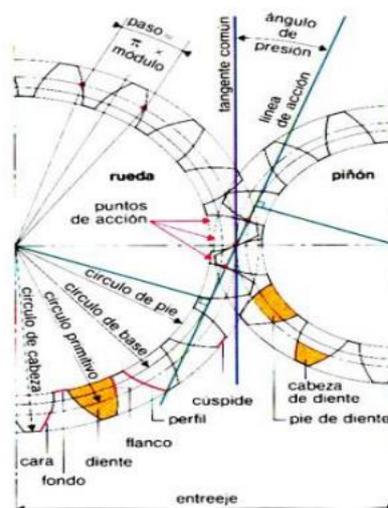
### 2.3.11.1. Engranajes de eje paralelo

Son el tipo de engranaje más simple y común. Sus ejes están conectados paralelamente y pueden a la misma vez transferir grandes cantidades de potencia con alta eficiencia. Y de igual manera se clasifican de la siguiente manera, que son dos principales.

### 2.3.11.2. Engranajes rectos

Son utilizados generalmente para velocidades pequeñas y medias; a grandes velocidades, si no son rectificadas, o ha sido corregido su tallado, producen ruido cuyo nivel depende de la velocidad de giro que tengan.

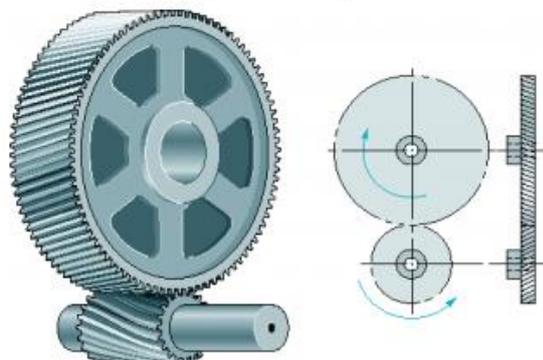
**Figura 13** Estructuras de engranajes rectos



Fuente: Tacle y otros (2019)

### 2.3.11.3. Engranajes helicoidales

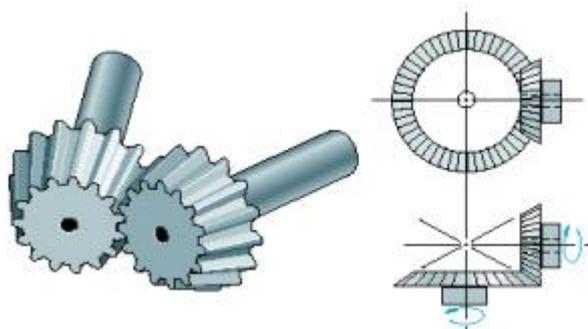
Está compuesto por dientes de engranes cortados en una espiral que se envuelve alrededor de un cilindro entran a la zona de acoplamiento progresivamente y, por lo tanto, tienen una acción más suave que los dientes de los engranajes rectos, tienden a ser menos ruidosos. Un engranaje helicoidal más pequeño puede transmitir la misma carga que un engranaje recto más grande.

**Figura 14** Engranajes helicoidales

Fuente: Tacle y otros (2019)

#### 2.3.11.4. Engranajes no paralelos coplanares

Los engranajes cónicos, Zerol y espirales, se encuentran en la clase coplanar no paralela. La característica común de esta clase es la reexpedición de la potencia alrededor de una esquina, como se podría requerir, por ejemplo, cuando se conecta un motor montado horizontalmente al eje del rotor montado.

**Figura 15** Engranajes no paralelos coplanares

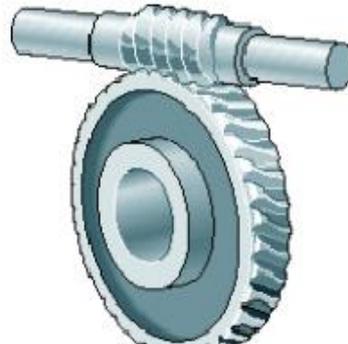
Fuente: universidad veracruz

#### 2.3.11.5. Engranajes no paralelos no coplanares

Los engranajes no paralelos no coplanares son más complejos en cuanto a geometría y fabricación que cualquier otro engranaje. Como finalidad, estos engranajes son más caros que cualquier otro en el mercado. En la figura se muestra esta clase de engranajes con una transmisión por tornillo sin fin con dientes cilíndricos. Los cuales proporcionan relaciones de reducción considerablemente más altas que los conjuntos de engranajes anteriores, pero su capacidad de soporte de carga es baja, su presión de contacto es alta y la tasa de desgasta es alta también. Así, solo se

recomiendan para aplicaciones con carga ligera.

**Figura 16** Engranaje no paralelos no coplanares

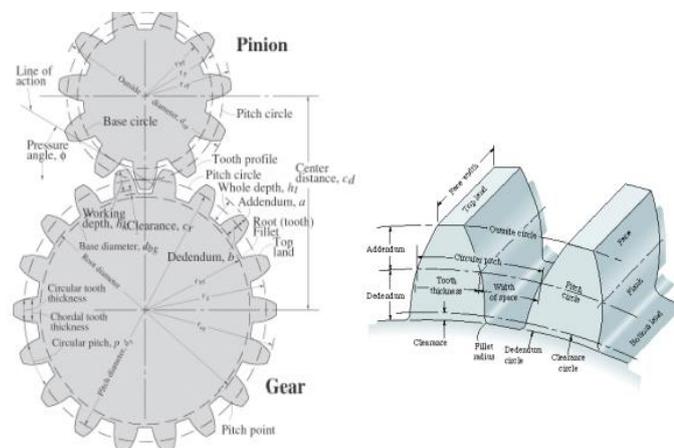


Fuente: Tacle y otros (2019)

### 2.3.11.6. Geometría de engranajes

En las figuras se muestran la geometría básica de un engranaje recto y los dientes de un engranaje con la nomenclatura que se va a emplear. La geometría de los dientes de un engranaje permite que una normal a los perfiles de los dientes en sus puntos de contacto pase por un punto fijo en la línea de centros denominada punto de paso. La altura de la cabeza  $a$  es la distancia desde la cresta hasta el círculo de paso, y la altura de la raíz  $b$  es la distancia radial desde el fondo hasta el círculo de paso. La holgura es la cantidad por la cual la altura de la raíz excede la altura de la cabeza. La holgura es necesaria para prevenir que el extremo del diente de un engranaje cabalque sobre el fondo del engranaje de acoplamiento (González & Falcón, 2015).

**Figura 17** Geometría del engranaje



Fuente: Tacle y otros (2019)

### 2.3.12. Tipos de motores eléctricos.

Un motor es una máquina que convierte la fuerza eléctrica en fuerza mecánica giratoria. Los motores mueven maquinas lavadoras, secadoras, ventiladores y gran informativo del artilugio que se encuentra en la industria. Por otro lado, un alternador es una máquina que convierte la energía mecánica giratoria en energía eléctrica. La fuerza mecánica puede ser proporcionada por una decadencia de agua, vapor, distinción o por un motor de gasolina, diésel o eléctrico (Harper, 1999).

### 2.3.13. Clasificación de motores eléctricos

#### 2.3.13.1. Motores de corriente alterna;

Se usan mucho en la industria, sobre todo, el motor trifásico asíncrono de jaula de ardilla. Se pueden clasificar de varias maneras, por su velocidad de giro, por el tipo de rotor y por el número de fases de alimentación (Xue, Cheng, & Cheung, 2008).

#### a. Por su velocidad de giro.

**Asíncronos:** Un motor se considera asíncrono cuando la velocidad del campo magnético generado por el estátor supera a la velocidad de giro del rotor.

**Síncronos:** Un motor se considera síncrono cuando la velocidad del campo magnético del estátor es igual a la velocidad de giro del rotor. Recordar que el rotor es la parte móvil del motor.

#### b. Por el tipo de rotor.

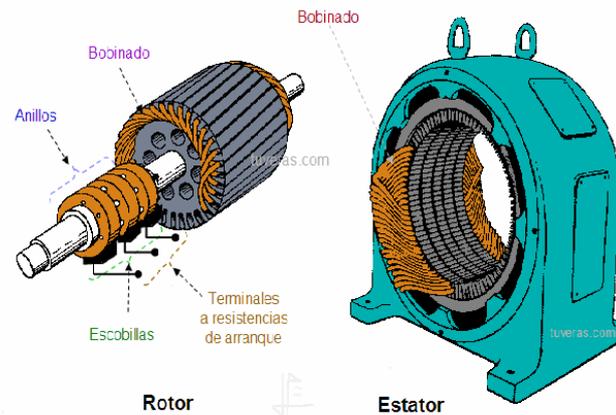
- Motores de anillos rozantes.
- Motores con colector.
- Motores de jaula de ardilla.

#### c. Por su número de fases de alimentación.

- Motores monofásicos. –
- Motores bifásicos.
- Motores trifásicos.

- Motores con arranque auxiliar bobinado.
- Motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador

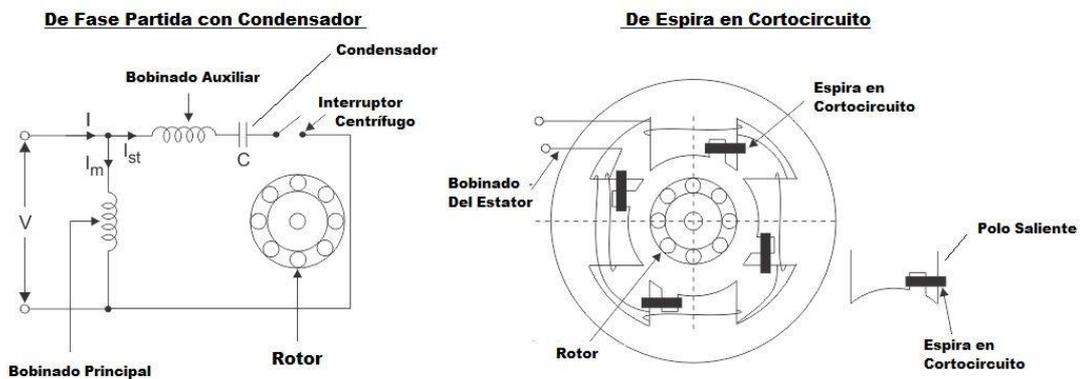
**Figura 18** Motor C/A



Fuente: Harper (1999)

**Figura 19** Diagrama de tipos de motores de corriente alterna

### **TIPOS DE MOTORES ASÍNCRONOS MONOFÁSICOS**



Fuente: Harper (1999)

#### 2.3.13.2. Motores de corriente continua,

Suelen utilizarse cuando se necesita precisión en la velocidad, montacargas, locomoción, etc. tienen un par de arranque alto, en comparación con los de corriente alterna, estas se pueden controlar con mayor facilidad la velocidad. Por lo tanto, son ideales para funciones de control de velocidad. Lo más usual es usarlo para tranvías, trenes, coches eléctricos, ascensores, cadenas productivas, y todas aquellas actividades donde el control de las funcionalidades del motor se hace esencial.

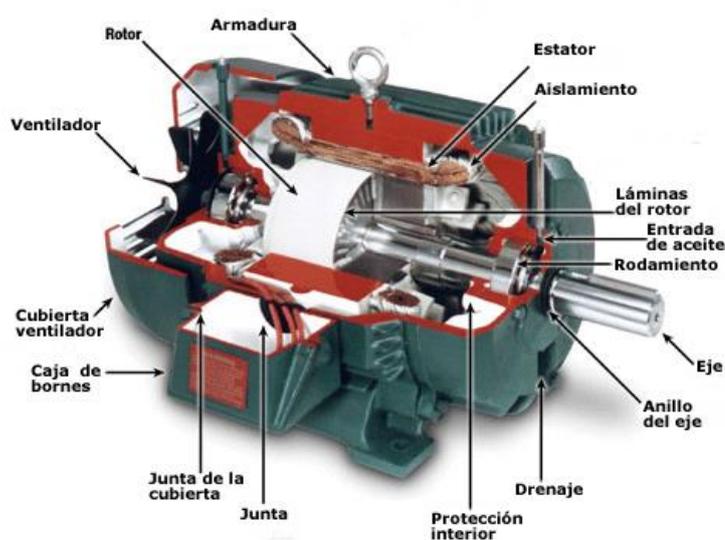
La clasificación de este tipo de motores es en función de los bobinados del

inductor y del inducido como lo son:

- Motores de excitación en serie.
- Motores de excitación en paralelo.
- Motores de excitación compuesta.

En los motores de corriente continua (CC) concurren una serie de particularidades que les hace especialmente indicados para ciertas aplicaciones, por lo que cada día son más empleados en el ámbito industrial. La amplia progresión de velocidad que ofrecen, su fácil control y la gran transigencia de las curvas par-velocidad de este tipo de motores, así como el que tienen un mayor rendimiento para un amplio margen de velocidades, junto a su elevada capacidad de sobrecarga, los hace más apropiados que los motores de corriente alterna para muchas aplicaciones.

**Figura 20** Motor CC



Fuente: Harper (1999)

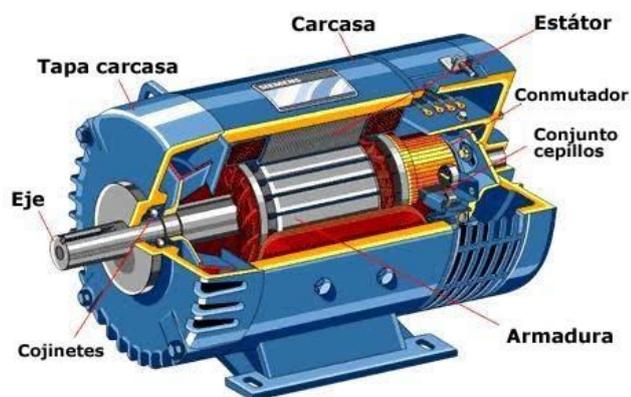
### 2.3.13.3. Motores universales.

Son los que pueden funcionar con corriente alterna o continua, se usan mucho en electrodomésticos. Son los motores con colector.

Este tipo de motor lo podemos encontrar tanto para una máquina de afeitar como para una locomotora, esto da una idea del margen de potencia en que pueden llegar a ser construidos. Las principales partes de este motor son:

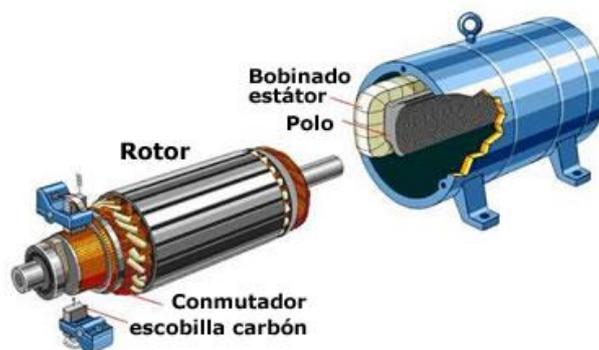
- Estator.
- Rotor con colector.

**Figura 21** Especificaciones del motor universal



Fuente: Harper (1999)

**Figura 22** Motor universal



Fuente: Harper (1999)

## 2.4. Marco contextual

### 2.4.1. Contaminación en la zona de acción

La salud humana se ve afectada por la presencia de cianobacterias tóxicas y pueden encontrarse otros riesgos, estos incluyen: invertebrados venenosos (como esponjas, corales, medusas) y contaminantes químicos.

Hoy en día es muy a menudo contar con la contaminación bacteriológica de la cual se deberían cumplir con la normativa vigente que emite el estado para detener enfermedades de transmisión hídrica. Los vertidos suelen contener una enorme cantidad

de microorganismos, en su mayoría de origen fecal, que finalmente son liberados al medio marino, entrañando un riesgo para la salud humana. (Villacres Flores Kerly Antonella, 2017)

La cantidad de desperdicio de comidas, envases, fundas plásticas, sorbetes, botella, etc. en el sector Chipipe son muy frecuentes no solo en festividades, si no en cualquier tiempo. Toda esta basura es imposible recolectarla en su totalidad, ya que poco a poco esta se va enterrando en la arena como son las colillas de cigarrillos, vidrios rotos, siendo poco visible para quienes se encargan de limpiar la playa.

**Figura 23** Botellas encontradas en la playa Chipipe



**Fuente:** Autor

**Figura 24** Minga hecha por voluntarios



**Fuente:** Fundación Amiguito Océano

Unos de los impactos ambientales negativo en la vida marina, se desarrolla por los moradores que realizan pesca ya que ellos no tienen la mayor medida de precaución

de los materiales a usar en sus actividades, y muchos de estos son arrojados en alta mar como sogas restos de las mallas que se utilizan para pescar. Se conoce muchísimos casos de animales marinos que son afectados por estos materiales, que en ocasiones llegan a provocarles la muerte por asfixia, debido a que se enredan con los cabos o sogas.

**Figura 25** Tortuga enredada con cabos arrojados en el mar



**Fuente:** Fundación Amiguitos Océano

**Figura 26** Basura en alta mar en Chipipe



**Fuente:** Autor

Diagnosticando la situación, no cabe duda de que la humanidad es responsable del grave problema de contaminación a nivel mundial por el consumo excesivo de plástico, y gran ejemplo es lo que se vive en la actualidad por la pandemia del covid-19, la misma que ha causado mucha afectación en el mundo entero. Así mismo, es importante resaltar que la naturaleza ha tenido el respiro que necesitaba de tanta contaminación.

Mientras regía el confinamiento a nivel mundial por efecto de la pandemia, Ecuador no fue la excepción, prohibiendo el libre desplazamiento en todo el territorio especialmente lugares turísticos como los balnearios. Esta restricción prohibió el ingreso por varios meses a las playas y ayudó a la regeneración del ecosistema, siendo

un caso particular lo ocurrido en la ciudad de Salinas específicamente en la playa de Chipipe, donde se virilizó en medios digitales un mar cristalino con sus aguas limpias, la arena sin basura a simple vista, algo no observado con mucha frecuencia.

Sin embargo, la arena cuenta con micro plásticos que no son visualizados a simple vista, ya que esta se encuentra enterrados en la arena o a su vez se alojan en el mar llegando a las islas de plásticos o al mar Mediterráneo.

**Figura 27** Playas de Chipipe con aguas limpias, tras el cierre por la emergencia sanitaria del COVID-19



**Fuente:** Diario el Comercio

**Figura 28** Playas de salina nunca antes vista tan limpia



**Fuente:** Diario El Comercio

Los océanos y la humanidad están enfrentando problemas muy serios y complejos que necesitan corregirse de manera inmediata, para de esta manera seguir alimentándose y beneficiándonos de todo lo que provee el mar. Las malas prácticas y malas costumbres que dañan el ecosistema marino no solo perjudican a las especies marina sino a la salud de la humanidad entera.

#### **2.4.2. Higiene y seguridad.**

El gobierno autónomo descentralizado municipal de Salinas es responsable de las actividades administrativas, ejecutivas y legislativas que son realizadas por los municipios, por lo que está altamente comprometido en establecer y mantener un Sistema de Gestión Preventiva en Seguridad, Salud y Protección Ambiental, con el bienestar y mejoramiento de la calidad de vida de sus clientes internos, clientes externos y de la comunidad de influencia.

Tienen la obligación como municipio, de desinfectar periódicamente todos los baños y los sitios de trabajo y de uso público, Usar correctamente los servicios higiénicos para evitar generación de bacterias, gérmenes, etc., resguardando siempre la salud e higiene del resto de los trabajadores.

En el pasado feriado de carnaval de enero 2020, específicamente en las playas de San Lorenzo y Chipipe, ocurrió que debido a un taponamiento las aguas servidas y de lluvia fueran enviadas directo al mar, afectando a turistas que estaban disfrutando de su estadía. Esto es una grave falta que influye directamente en la contaminación ambiental, debido a que el agua contaminada se esparció por todo el mar afectando a la vida marina y al suelo, considerando que la arena puede absorber pequeñas partículas de los contaminantes. Los turistas que observaron el suceso realizaron la denuncia por medios digitales, (Marcos Raúl Zambrano Castro, 2020)

**Figura 29** Derrame de aguas servidas



Fuente: Autor

**Figura 30** Aguas negras vertidas en la playa de Salinas



**Fuente:** Diario La Hora.

La eliminación de aguas servidas desde las viviendas en el cantón Salinas, se realiza por medio de sistemas de: pozo séptico, pozo ciego, alcantarillado, descarga directa al mar, rio, letrinas, lagos y quebradas. El servicio de alcantarillado público atiende alrededor de 36,99% de las viviendas en las áreas urbana y rural.

La cobertura del alcantarillado pluvial a nivel de la provincia va desde el 0% y 5% de cobertura para las cabeceras cantonales. Las descargas se hacen directamente al mar. (VILLACRES, 2017)

### **2.4.3. Turismo y cultura**

La oferta del turismo en salinas cada vez se fortalece más, a través de propuestas alternativas relacionadas con el turismo, como es el caso de la observación de mamíferos marinos y aves, aventura y deportes; todas estas actividades vinculadas con el uso de recursos naturales en condiciones aceptables.

Esta situación podría verse amenazada por el intenso crecimiento de la oferta y la demanda turística que se ha registrado en los últimos años en ciertos puntos de la costa ecuatoriana, y por la débil gestión y control del uso turístico en áreas naturales. Es lamentable que las personas que vistan los balnearios, como en este caso la playa de Chipipe, olvidan las reglas al momento que desalojan las playas, no colocando sus residuos en los lugares indicado, originando la presencia de todo tipo de desechos a lo largo de la playa.

Tabla 5  
*Estudio de Capacidad de Carga Turística*

| El análisis de la actividad turística |                      |                          |                     |                |                        |                              |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|----------------|------------------------|------------------------------|
| Balneario                             | Capacidad de parqueo | Capacidad de restaurante | Capacidad hospedaje | Capacidad SSHH | Capacidad de seguridad | Capacidad servicio turístico |
|                                       | <i>Balneario/día</i> | <i>Plz/día</i>           | <i>Plz/día</i>      | <i>Plz/día</i> | <i>Per/día</i>         | <i>Per/día</i>               |
| Salinas                               | 20                   | 7220                     | 2200                | 1152           | 26500                  | 7417                         |

**Fuente:** Municipio de Salina

#### 2.4.4. Desechos contaminantes en la zona de acción

La actividad turística en la playa es muy fuerte, sea nacional o internacional, pero encuentra sus desventajas por la cantidad de desechos que se arrojan en la misma, quizás por la poca cultura de las personas. Normalmente el municipio de salinas no tiene el control, incluso de colocar en sitios estratégicos los depósitos de basura, todo esto lo hacen empresas privadas para realizar publicidad, la exclusión de participación de la ciudadanía sobre la limpieza de las playas es una de las tareas más difícil, ya que la tarea de mantener una playa limpia es una oportunidad que incrementa el turismo.

#### 2.4.5. Desechos en la zona de acción

Los sistemas de información sobre los desechos en específicos como los plásticos, vidrios, entre otros, carecen de mucha información en el país, y una de las principales playas como es Chipipe no cuenta con información suficiente que contribuya en brindar ayuda y el servicio necesario a los usuarios que concurren a las playas, lo cual va provocando la gran contaminación de las mismas, al no conocer sobre la degradación de plásticos, su clasificación, o que las botellas pueden ser recicladas.

#### 2.4.6. Sistema de recolección de desechos en la playa con maquina

Las personas que viven en sector costanero normalmente se encuentran con la difícil tarea de realizar mingas en las playas. Mediante este proyecto el trabajo de limpieza se simplifica, debido a que el diseño de la máquina esta creado para que el sistema de recolección de desperdicios que se encuentran en las playas se lo realice de manera mecánica, con la ayuda de una banda transportadora y unas varillas articuladas

en forma de garra, conjunto que ayuda con la recolección de la basura que se encuentre en la superficie, la cual es depositada en una tolva que forma parte del equipo, el mismo que va enganchado a un cuadro quien lo remolca durante el recorrido de trabajo.

#### **2.4.7. Tipos de desecho de recolección del prototipo**

El prototipo diseñado para la limpieza de la playa debe ser capaz de recolectar desechos cuyas dimensiones oscilan entre 3 y 30cm, tales como:

- Botellas plásticas.
- Empaques plásticos.
- Tapas de plástico.
- Fundas plásticas.
- Botellas de vidrio.
- Vidrios rotos.
- Tapas de bebidas alcohólicas.
- Papeles.
- Trozos de madera.
- Colillas de cigarrillos.

### **2.5. Marco legal**

#### **2.5.1. MAE (Ley de gestión ambiental)**

El Ministerio del Ambiente del Ecuador, a través del Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos, sensibiliza a los turistas a no arrojar desperdicios en las vías o en las playas para evitar el deterioro del entorno.

Es indispensable entender los prejuicios que se generan con la eliminación no controlada de los residuos. Hay que portar recipientes para desechar lo que consumimos y posteriormente arrojarlos en los contenedores asignados para disminuir la basura en las playas.

Las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, incluidas en el artículo 396 de la Constitución de la República del Ecuador

dispone que el Estado adoptará acciones que eviten y controlen el daño al medio ambiente. Todo daño al ambiente, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas. Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente. (Nacional, 2018)

Art.11.-De conformidad con los principios y garantías ambientales establecidas en la Constitución, toda persona natural o jurídica que cause daño ambiental tendrá responsabilidad objetiva, aunque no exista dolo, culpa o negligencia.

Art.16.- La educación ambiental promoverá la concienciación, aprendizaje y enseñanza de conocimientos, competencias, valores deberes, derechos y conductas en la población, para la protección y conservación del ambiente y el desarrollo sostenible. Será un eje transversal de las estrategias, programas y planes de los diferentes niveles y modalidades de educación formal y no formal.

Art. 19.- Sistema Único de Información Ambiental. El Sistema Único de Información Ambiental es el instrumento de carácter público y obligatorio que contendrá y articulará la información sobre el estado y conservación del ambiente, así como de los proyectos, obras y actividades que generan riesgo o impacto ambiental.

Art. 23.- Autoridad Ambiental Nacional. El Ministerio del Ambiente será la Autoridad Ambiental Nacional y en esa calidad le corresponde la rectoría, planificación, regulación, control, gestión y coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

Art. 24.- Atribuciones de la Autoridad Ambiental Nacional. La Autoridad Ambiental Nacional tendrá las siguientes atribuciones:

1. Emitir la política ambiental nacional;
2. Establecer los lineamientos, directrices, normas y mecanismos de control y seguimiento para la conservación, manejo sostenible y restauración de la biodiversidad y el patrimonio natural;
3. Emitir criterios y lineamientos, en coordinación con la Autoridad Nacional competente de la Planificación Nacional, para valorar la biodiversidad, sus bienes y

servicios eco sistémicos, su incidencia en la economía local y nacional, así como internalizar los costos derivados de la conservación, restauración, degradación y pérdida de la biodiversidad;

4. Ejercer la rectoría del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental (REPUBLICA, 2018).

### **2.5.2. Código Orgánico del Ambiente**

Art. 16.- La educación ambiental promoverá la concienciación, aprendizaje y enseñanza de conocimientos, competencias, valores deberes, derechos y conductas en la población, para la protección y conservación del ambiente y el desarrollo sostenible. Será un eje transversal de las estrategias, programas y planes de los diferentes niveles y modalidades de educación formal y no formal.

Art. 201.- De los mecanismos. El control y seguimiento ambiental puede efectuarse por medio de los siguientes mecanismos:

- Monitoreos;
- Muestreos;
- Inspecciones;
- Informes ambientales de cumplimiento;
- Auditorías Ambientales;
- Vigilancia ciudadana o comunitaria; y,
- Otros que establezca la Autoridad Ambiental Competente.

Art. 232.- Del reciclaje inclusivo. La Autoridad Ambiental Nacional o los Gobiernos Autónomos Descentralizados, según su competencia, promoverán la formalización, asociación, fortalecimiento y capacitación de los recicladores a nivel nacional y local, cuya participación se enmarca en la gestión de residuos como una estrategia para el desarrollo social, técnico y económico. Se apoyará la asociación de los recicladores como negocios inclusivos, especialmente de los grupos de la economía popular y solidaria.

Art. 238.- Responsabilidades del generador. Toda persona natural o jurídica definida como generador de residuos y desechos peligrosos y especiales, es el titular y

responsable del manejo ambiental de los mismos desde su generación hasta su eliminación o disposición final, de conformidad con el principio de jerarquización y las disposiciones de este Código.

Art. 269.- Prohibiciones en zona de playa y franja adyacente de titularidad del Estado. Se prohíben en la zona de playa y franja adyacente de titularidad del Estado las siguientes actividades:

1. La extracción de arena, conchilla y en general de recursos no renovables, salvo los casos expresamente permitidos por la ley y de conformidad con las normas establecidas en este Código.
2. La disposición final o temporal de escombros, desechos sólidos y residuos de cualquier naturaleza o clase.
3. La colocación de vallas o carteles publicitarios que afecten el paisaje.
4. La descarga de desechos provocados por las operaciones marítimas, de buques, incluyendo diques y varaderos.

Art. 272.- De los Planes de Manejo de la playa de mar y de la franja adyacente. En el marco de los instrumentos de planificación para el espacio marino costero, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales o Metropolitanos de la zona marino costera, deberán establecer un plan de manejo de la playa de mar y la franja adyacente como un instrumento complementario al plan de desarrollo y ordenamiento territorial.

Art. 304.- Defensa de los derechos de la naturaleza. Toda persona natural o jurídica, comuna, comunidad, pueblo o nacionalidad, de manera individual o colectiva, podrá solicitar a la Autoridad Ambiental Competente, el cumplimiento y tutela de los derechos de la naturaleza. Asimismo, podrán denunciar las violaciones a las disposiciones establecidas en la Constitución, este Código y la normativa ambiental.

Art. 322.- Variables de la multa para infracciones ambientales. La multa se ponderará en función de la capacidad económica de las personas naturales o jurídicas, la gravedad de la infracción según su afectación al ambiente y considerando las circunstancias atenuantes y agravantes. (Burbano, 2017)

### 3. CAPITULO III

## MARCO METODOLOGICO

### 3.1. Diseño de investigación

El diseño experimental es el proceso de llevar a cabo una investigación de manera objetiva y controlada de modo que se maximice la precisión y se puedan extraer conclusiones específicas con respecto a un enunciado de hipótesis. Generalmente, el propósito es establecer el efecto que tiene un factor o variable independiente sobre una variable dependiente (Torres & Sampieri, 2019).

El diseño experimental se aplica al trabajo de titulación, puesto que se manipulan las variables que intervienen para el diseño del prototipo de máquina limpiadora automatizada para el cantón Salinas en el barrio Chipipe, la cual conlleva un sin número de intervenciones durante los cálculos aplicados, a fin de establecer los componentes, materiales, características físicas y técnicas que más se ajusten al prototipo y su capacidad de respuesta ante la problemática en cuestión.

### 3.2. Tipo de investigación

Se aplica el tipo de investigación descriptiva y exploratoria donde se detalla a continuación:

#### 3.2.1. Descriptiva

La investigación descriptiva se define como un método de investigación que describe las características de la población o fenómeno estudiado. Esta metodología se centra más en el "qué" del sujeto de investigación que en el "por qué" del sujeto de investigación. El tipo de investigación descriptiva se enfoca principalmente en describir la naturaleza de un segmento demográfico, sin enfocarse en "por qué" ocurre un fenómeno en particular. En otras palabras, "describe" el tema de la investigación, sin cubrir "por qué" sucede (Torres & Sampieri, 2019).

Es descriptiva ya que, se debe detallar cada cálculo aplicado para el correcto diseño y posterior funcionamiento del prototipo, además de describir cada uno de los sistemas que comprende la propuesta presentada en este trabajo.

### **3.2.2. Exploratoria**

La investigación exploratoria se define como una investigación utilizada para investigar un problema que no está claramente definido. Se lleva a cabo para comprender mejor el problema existente, pero no proporcionará resultados concluyentes. Para tal investigación, un investigador comienza con una idea general y usa esta investigación como un medio para identificar problemas, que pueden ser el foco de investigaciones futuras (Torres & Sampieri, 2019).

El trabajo es de tipo exploratorio debido a que se parte de la idea general representada por el problema que tiene la playa del cantón Chipipe respecto a la desmesurada contaminación por desechos sólidos y que propone un diseño de prototipo encargado en la limpieza de estas playas y que las entidades gubernamentales del cantón generen promuevan la aplicación de proyecto amigables con el ecosistema.

### **3.3.Enfoque de la investigación**

#### **3.3.1. Enfoque cuantitativo**

El enfoque cuantitativo enfatiza las mediciones objetivas y el análisis estadístico, matemático o numérico de los datos recopilados a través de encuestas, cuestionarios y encuestas, o mediante la manipulación de datos estadísticos preexistentes mediante técnicas computacionales (Torres & Sampieri, 2019).

El presente trabajo tiene un enfoque netamente cuantitativo debido a las características de la solución ante la problemática planteada, el cual consiste en el aumento de la contaminación en las playas de Salinas, para lo cual, se propone un diseño de una máquina limpiadora de desechos sólidos, cuyo aporte científico en relación al aspecto cuantitativo recae sobre los cálculos requeridos para el propio diseño de la máquina.

### **3.4.Metodología aplicada para el diseño del prototipo**

Como herramienta fundamental para crear el diseño se utilizó el software de dibujo computarizado Autodesk Inventor, el cual brinda todas las facilidades paso a paso en el diseño y ensamble de los diferentes componentes y accesorios requeridos para el funcionamiento del equipo de manera digital o modelado 3D.

Para el diseño de la máquina se decidió trabajar con dimensiones referenciales

a las de un cuadro, considerando que la misma será arrastrada por este vehículo que es característico de las playas, y al ser una máquina de mayores magnitudes y peso, no podrá ser arrastrada fácilmente.

Existen máquinas de limpieza de playa que son arrastradas por vehículos como canguros utilizados en la agricultura, pero estos son de mayor tamaño y producen mayor cantidad de CO<sub>2</sub> comparado con los cuadros.

El diseño de la máquina limpiadora de playa consta de un chasis principal al cual están acopladas 4 neumáticos que sirven para la movilidad del mismo. Lo interesante del diseño de este prototipo es su autonomía interna, debido a que cuenta con un sistema integrado de relación de transmisión entre las ruedas, la banda transportadora y garras de limpieza, convirtiéndolo en un mecanismo netamente mecánico y amigable con el ecosistema, debido a que no requiere de algún sistema generador de giro adicional como por ejemplo un motor de combustión o eléctrico.

Los desechos recolectados por las garras son transportados y almacenados en una tolva que se encuentra en la parte posterior del mecanismo. La recolección y almacenamiento es de forma continua, recordando que el sistema de recolección funcionará siempre que la máquina se encuentre en desplazamiento.

La tolva cuenta con dos puertas posteriores por donde se retiran fácilmente los desechos recolectados una vez llena la misma. La parte inferior de la tolva está diseñada con una malla metálica tipo zaranda para eliminar residuos de arena que se encuentren mezclados con los desechos recolectados.

### **3.5. Diseño del prototipo**

El diseño del prototipo resulta de la unión de varios elementos como tubos cuadrados, planchas de hierro, cadenas de arrastre, ejes de soporte, neumáticos, chumaceras, engranajes, una banda de caucho, y demás elementos acopladores como pernos utilizados para la unión de los componentes.

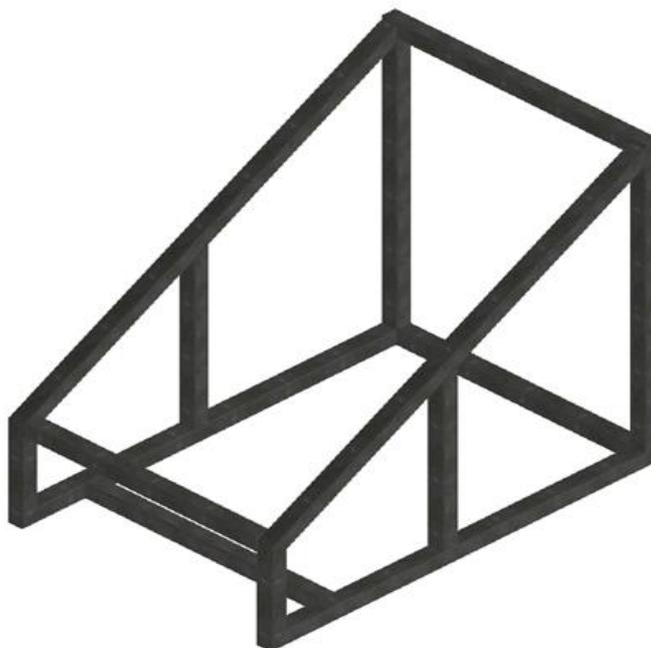
En este apartado se explica las características y ubicación de todos los elementos que forman parte de máquina, así mismo se analiza el uso y posición de manera que puedan cumplir un trabajo eficiente y sin interferencias.

#### **3.5.1. Estructura del prototipo**

Para el apoyo del sistema de izamiento, el eje de transmisión y las ruedas del

equipo, se diseñó una estructura. Ésta está conformada por tuberías de 1 pulgada de diámetro y 1,9 mm de espesor, y comprende 14 partes: 6 barras de soporte, 4 barras inferiores 2 barras transversales y 2 barras laterales, tal como se presenta en la figura 32.

**Figura 31** Estructura del prototipo



Fuente: Autor

La Tabla 6 presenta las especificaciones técnicas respecto a la tubería estructural de acero negro y galvanizado, donde se detalla aquellos datos a considerar como la resistencia a la fluencia, a la tracción y elongación.

Tabla 6

*Especificaciones técnicas de tuberías estructurales de acero negro*

| ASTM A500              |         | Resistencia a la Fluencia, mín. |       | Resistencia a la Tracción, mín. |       | Elongación, mín. |
|------------------------|---------|---------------------------------|-------|---------------------------------|-------|------------------|
|                        |         | MPa                             | psi   | MPa                             | psi   | %                |
| Redondo                | Grado A | 230                             | 33000 | 310                             | 45000 | 25               |
|                        | Grado C | 315                             | 46000 | 425                             | 62000 | 21               |
| Cuadrado y Rectangular | Grado A | 270                             | 39000 | 310                             | 45000 | 25               |
|                        | Grado C | 345                             | 50000 | 425                             | 62000 | 21               |

**Fuente:** Página Oficial MetalTub (2018)

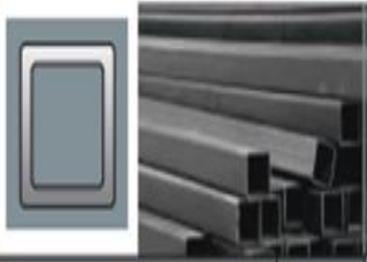
Además, la Tabla 7 presenta las propiedades físicas de los tubos estructurales de acero negro y galvanizado estándar, que se encuentran en el mercado, con dicha tabla se tiene a disposición e incluso determinar aquellas especificaciones para el

diseño del prototipo, como dimensiones, peso, entre otros aspectos, por lo cual se presenta el tubo seleccionado para el diseño propuesto.

Tabla 7

*Propiedades físicas de los tubos estructurales de acero negro y galvanizado estándar*

**TUBERÍA ESTRUCTURAL CUADRADA**  
(Acabado Negro y Galvanizado)



| REFERENCIA           | ESPEORES EN MILIMETROS          |      |      |      |       |       |       |       |     |       |      |       | Unidad de Empaque |     |
|----------------------|---------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|------|-------|-------------------|-----|
|                      | 1.5                             | 2.0  | 2.5  | 3.0  | 4.0   | 5.0   | 6.0   | 7.0   | 8.0 | 9.0   | 10.0 | 12.0  |                   |     |
| Tubos Cuadrados (mm) | Peso Teórico Calculado (kg / m) |      |      |      |       |       |       |       |     |       |      |       |                   |     |
| 50 x 50              | 2,24                            | 2,93 | 3,60 |      |       |       |       |       |     |       |      |       |                   | 100 |
| 60 x 60              |                                 | 3,56 | 4,39 | 5,19 |       |       |       |       |     |       |      |       |                   | 100 |
| 70 x 70              |                                 | 4,19 | 5,17 | 6,13 |       |       |       |       |     |       |      |       |                   | 64  |
| 90 x 90              |                                 | 5,45 | 6,74 | 8,01 |       |       |       |       |     |       |      |       |                   | 36  |
| 100 x 100            |                                 | 6,07 | 7,53 | 8,96 | 11,73 |       | 16,98 |       |     |       |      |       |                   | 36  |
| 120 x 120            |                                 |      |      |      | 14,25 |       |       |       |     |       |      |       |                   | 30  |
| 135 x 135            |                                 |      |      |      | 16,13 |       | 23,58 |       |     |       |      |       |                   | 25  |
| 150 x 150            |                                 |      |      |      | 18,01 |       | 26,40 |       |     | 38,12 |      |       |                   | 16  |
| 200 x 200            |                                 |      |      |      |       | 30,11 |       | 41,43 |     | 52,34 |      |       |                   | 12  |
| 220 x 220            |                                 |      |      |      |       |       |       | 45,83 |     | 57,99 |      |       |                   | 12  |
| 250 x 250            |                                 |      |      |      |       |       |       |       |     | 66,47 |      |       |                   | 9   |
| 300 x 300            |                                 |      |      |      |       |       |       |       |     |       |      | 89,04 | 105,61            | 4   |

**Fuente:** Página Oficial MetalTub (2018)

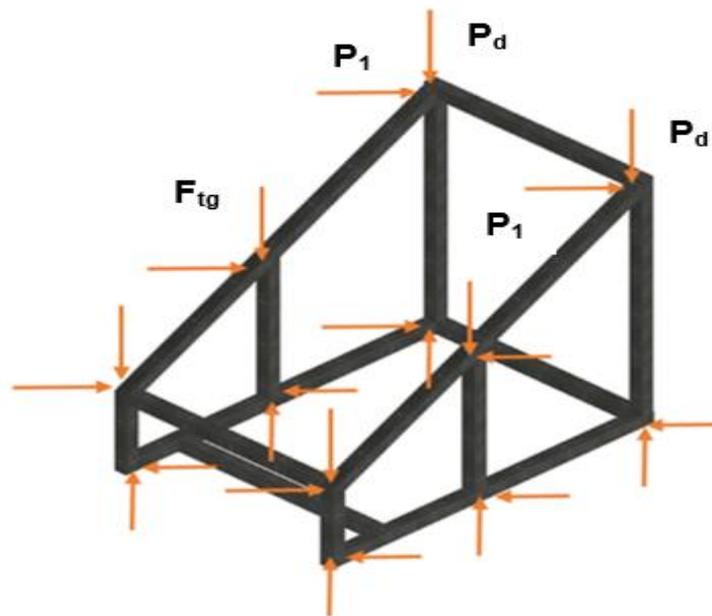
### 3.5.1.1. Análisis de la estructura

Toda la estructura soporta una serie de cargas que ocurren en dos situaciones diferentes, en movimiento y en reposo. El análisis estructural consideró el peor de los casos: cuando el equipo estaba en movimiento y las ruedas delanteras estaban bloqueadas (accidentalmente).

Dado que la estructura recibe la fuerza tangencial proporcionada por el motor

mientras impulsa la cinta transportadora, la carga en este dispositivo también actúa sobre el motor. La siguiente figura muestra un cuerpo libre de la estructura en el estado anterior Figura 33.

**Figura 32** Diagrama de cuerpo libre de la estructura del equipo en la condición de carga más desfavorable.



Fuente: Autor.

Con respecto al hecho de que la estructura es un proyecto, la magnitud de la carga que soporta la estructura debido a su complejidad ha sido establecida por el programa de Autodesk detallado en la Tabla 8.

Tabla 8

*Magnitud de las cargas a las que está sometida la estructura*

| $P_1$ [N] | $P_d$ [N] | $F_{tg}$ [N] |
|-----------|-----------|--------------|
| 335       | 188,31    | 258,98       |

**Fuente:** Elaboración propia

Donde:

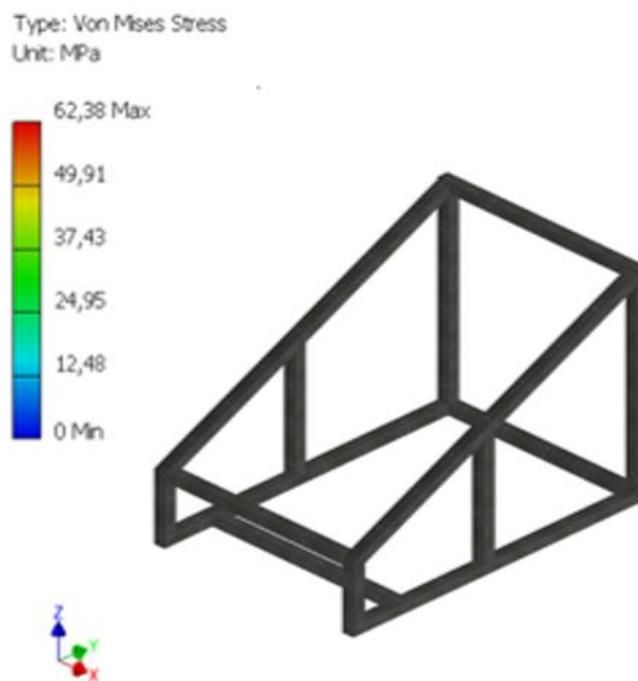
$P_1$ : Carga de la estructura

$P_d$ : Carga de los engranajes

$F_{tg}$ : Fuerza tangencial de parte del motor

En la Figura 12 se observan los esfuerzos sobre la estructura, cuyo máximo es de 62,39 MPa según el programa Autodesk. La deflexión máxima que sufre la misma es de 0,48 mm y la misma presenta un factor de seguridad de 3,32; el cual es satisfactorio para el diseño.

**Figura 33** Diagrama de los esfuerzos a los que está sometida la estructura



Fuente: Autor

### 3.5.2. Sistema de transmisión

Para el diseño de la máquina limpiadora y tal como se lo mencionó anteriormente, el movimiento de entrada es generado gracias al giro de las ruedas por medio de las cuales se desplaza la máquina. Este giro, transmite el movimiento a un eje secundario donde se encuentra acoplado un engranaje conducido de 24 dientes. En el mismo eje secundario, se encuentran dos piñones catalinas posicionados uno de cada lado, los cuales transmitirán el movimiento al resto de ejes y piñones que moverán el sistema recolector. El sistema recolector consta de cuatro piñones catalina por cada lado, distribuidos a lo largo del sistema y engranados con la cadena, de los cuales uno sirve como templador o regulador de la misma.

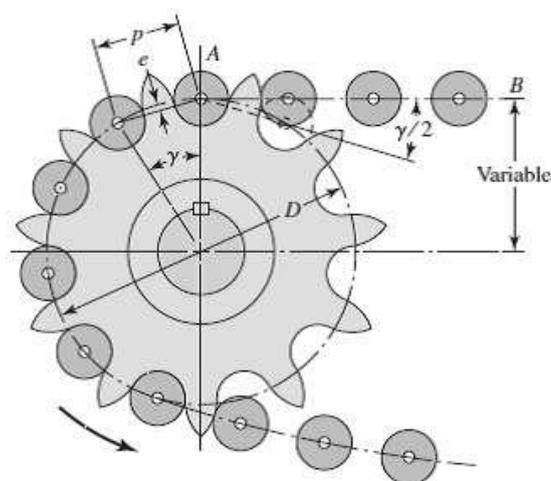
Se decidió utilizar una transmisión por cadena debido a la amplia disponibilidad en el mercado de piñones. Los componentes de transmisión

corresponden a la cadena de rodillos de una hilera ANSI 40. Además, el motor utilizado en la solución final es un motor eléctrico especialmente diseñado para trabajar con las piezas de la máquina.

Las características básicas de las transmisiones por cadena incluyen una relación de velocidad constante, ya que no hay deslizamiento ni estiramiento. También poseen una larga vida útil o durabilidad y la capacidad de impulsar múltiples ejes desde una sola fuente de energía o fuerza motriz.

Los eslabones de la cadena tienen un paso (" $p$ ", distancia entre los centros de los rodillos), un ángulo de paso (" $\gamma$ ", ángulo entre los centros de los rodillos con respecto al centro del piñón) y un diámetro de rueda de paso (" $D$ ", diámetro del piñón medido con respecto a los puntos de contacto entre rodillos y dientes) como se observa en la Figura 35.

**Figura 34** Geometría de rueda dentada y cadena de rodillos en una transmisión por cadena

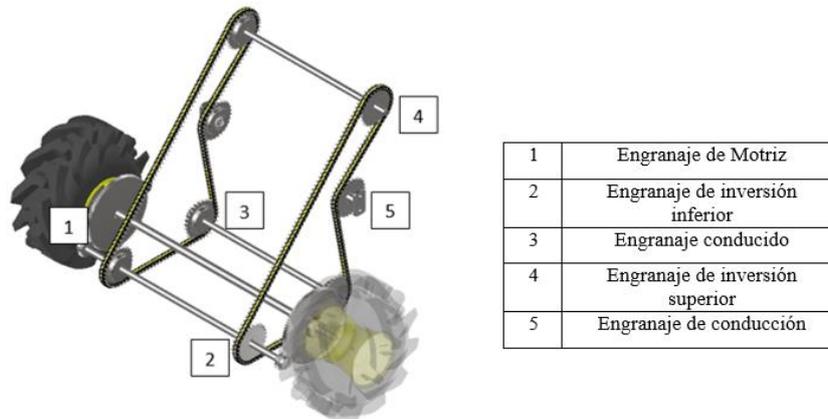


Fuente: Autor.

El ángulo que oscila al eslabón a medida que entra en contacto se denomina ángulo de bisagra. Su tamaño depende de la cantidad de dientes. El número de dientes de la rueda también afecta la relación de transmisión mientras la rueda gira el ángulo de inclinación.

El sistema consta de un engranaje motriz que tiene 30 dientes, y de engranajes conducidos o piñones de 24 dientes, lo que ayuda a aumentar el giro del sistema recolector, debido a que esta relación forma un mecanismo amplificador de manera que mientras la rueda motriz gira una vuelta, la conducida da aproximadamente 5 vueltas.

**Figura 35** Ubicación del sistema de transmisión por cadena en el elemento de izamiento por banda transportadora.



**Fuente:** Elaboración propia

Para realizar una inversión en una cadena de rodillos, se tenía que aplicar ocho ruedas dentadas. Con un total de 2 ruedas que conducen, 2 ruedas conducidas y dos pares de ruedas adicionales para dar marcha atrás (inversión). La tensión de la cadena está entre el engranaje superior e inferior de inversión y el apoyo del engranaje de conducción (Figura 36)

### 3.5.2.1. Selección de las ruedas dentadas

El dispositivo fue diseñado con engranajes ligeros Tipo A sin corona y con un peso menor. El equipo utiliza ruedas y el paso de la cadena es de 0,5 pulgadas (12,7 mm), por lo que los piñones se eligieron para adaptarse a estas medidas. Estos están estandarizados en DIN 8187 / 081-182.

Existe una relación de velocidad entre los engranajes de inversión inferior y el engranaje motriz  $i = 0,8$ .

Para la selección de las ruedas dentadas se tiene la ecuación 1:

#### Ecuación 1 Relación de velocidad

|                         |   |
|-------------------------|---|
| $\frac{N_1}{N_2} = 0,8$ | Donde:  |
|                         | $N_1$ : Rueda dentada o engranaje motriz                |
|                         | $N_2$ : Rueda dentada o engranaje de inversión inferior |

Tabla 9 Relación de velocidades según la cantidad de dientes de un par de ruedas.

Rueda dentada del eje motriz (Número de dientes)

|    | 10  | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   |
|----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10 | 1   | 0,91 | 0,83 | 0,77 | 0,71 | 0,67 | 0,63 | 0,59 | 0,56 | 0,53 | 0,5  | 0,48 | 0,45 | 0,43 | 0,42 | 0,4  | 0,38 | 0,37 | 0,36 | 0,34 | 0,33 |
| 11 | 1,1 | 1    | 0,92 | 0,85 | 0,79 | 0,73 | 0,69 | 0,65 | 0,61 | 0,58 | 0,55 | 0,52 | 0,5  | 0,48 | 0,46 | 0,44 | 0,42 | 0,41 | 0,39 | 0,38 | 0,37 |
| 12 | 1,2 | 1,09 | 1    | 0,92 | 0,86 | 0,8  | 0,75 | 0,71 | 0,67 | 0,63 | 0,6  | 0,57 | 0,55 | 0,52 | 0,5  | 0,48 | 0,46 | 0,44 | 0,43 | 0,41 | 0,4  |
| 13 | 1,3 | 1,18 | 1,08 | 1    | 0,93 | 0,87 | 0,81 | 0,76 | 0,72 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,59 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,5  | 0,48 | 0,46 | 0,45 | 0,43 |
| 14 | 1,4 | 1,27 | 1,17 | 1,08 | 1    | 0,93 | 0,88 | 0,82 | 0,78 | 0,74 | 0,7  | 0,67 | 0,64 | 0,61 | 0,58 | 0,56 | 0,54 | 0,52 | 0,5  | 0,48 | 0,47 |
| 15 | 1,5 | 1,36 | 1,25 | 1,15 | 1,07 | 1    | 0,94 | 0,88 | 0,83 | 0,79 | 0,75 | 0,71 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,6  | 0,58 | 0,56 | 0,54 | 0,52 | 0,5  |
| 16 | 1,6 | 1,45 | 1,33 | 1,23 | 1,14 | 1,07 | 1    | 0,94 | 0,89 | 0,84 | 0,8  | 0,76 | 0,73 | 0,7  | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,53 |
| 17 | 1,7 | 1,55 | 1,42 | 1,31 | 1,21 | 1,13 | 1,06 | 1    | 0,94 | 0,89 | 0,85 | 0,81 | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,59 | 0,57 |
| 18 | 1,8 | 1,64 | 1,5  | 1,38 | 1,29 | 1,2  | 1,13 | 1,06 | 1    | 0,95 | 0,9  | 0,86 | 0,82 | 0,78 | 0,75 | 0,72 | 0,69 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,6  |
| 19 | 1,9 | 1,73 | 1,58 | 1,46 | 1,36 | 1,27 | 1,19 | 1,12 | 1,06 | 1    | 0,95 | 0,9  | 0,86 | 0,83 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,7  | 0,68 | 0,66 | 0,63 |
| 20 | 2   | 1,82 | 1,67 | 1,54 | 1,43 | 1,33 | 1,25 | 1,18 | 1,11 | 1,05 | 1    | 0,95 | 0,91 | 0,87 | 0,83 | 0,8  | 0,77 | 0,74 | 0,71 | 0,69 | 0,67 |
| 21 | 2,1 | 1,91 | 1,75 | 1,62 | 1,5  | 1,4  | 1,31 | 1,24 | 1,17 | 1,11 | 1,05 | 1    | 0,95 | 0,91 | 0,88 | 0,84 | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,72 | 0,7  |
| 22 | 2,2 | 2    | 1,83 | 1,69 | 1,57 | 1,47 | 1,38 | 1,29 | 1,22 | 1,16 | 1,1  | 1,05 | 1    | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,85 | 0,81 | 0,79 | 0,76 | 0,73 |
| 23 | 2,3 | 2,09 | 1,92 | 1,77 | 1,64 | 1,53 | 1,44 | 1,35 | 1,28 | 1,21 | 1,15 | 1,1  | 1,05 | 1    | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,85 | 0,82 | 0,79 | 0,77 |
| 24 | 2,4 | 2,18 | 2    | 1,85 | 1,71 | 1,6  | 1,5  | 1,41 | 1,33 | 1,26 | 1,2  | 1,14 | 1,09 | 1,04 | 1    | 0,96 | 0,92 | 0,89 | 0,86 | 0,83 | 0,81 |
| 25 | 2,5 | 2,27 | 2,08 | 1,92 | 1,79 | 1,67 | 1,56 | 1,47 | 1,39 | 1,32 | 1,25 | 1,19 | 1,14 | 1,09 | 1,04 | 1    | 0,96 | 0,93 | 0,89 | 0,86 | 0,83 |
| 26 | 2,6 | 2,36 | 2,17 | 2    | 1,86 | 1,73 | 1,63 | 1,53 | 1,44 | 1,37 | 1,3  | 1,24 | 1,18 | 1,13 | 1,08 | 1,04 | 1    | 0,96 | 0,93 | 0,9  | 0,87 |
| 27 | 2,7 | 2,45 | 2,25 | 2,08 | 1,93 | 1,8  | 1,69 | 1,59 | 1,5  | 1,42 | 1,35 | 1,29 | 1,23 | 1,17 | 1,13 | 1,08 | 1,04 | 1    | 0,96 | 0,93 | 0,9  |
| 28 | 2,8 | 2,55 | 2,33 | 2,15 | 2    | 1,87 | 1,75 | 1,65 | 1,56 | 1,47 | 1,4  | 1,33 | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 1,12 | 1,08 | 1,04 | 1    | 0,97 | 0,93 |
| 29 | 2,9 | 2,64 | 2,42 | 2,23 | 2,07 | 1,93 | 1,81 | 1,71 | 1,61 | 1,53 | 1,45 | 1,38 | 1,32 | 1,26 | 1,21 | 1,16 | 1,12 | 1,07 | 1,04 | 1    | 0,97 |
| 30 | 3   | 2,73 | 2,5  | 2,31 | 2,14 | 2    | 1,88 | 1,76 | 1,67 | 1,58 | 1,5  | 1,43 | 1,36 | 1,3  | 1,25 | 1,2  | 1,15 | 1,11 | 1,07 | 1,03 | 1    |

Nota: Están resaltadas los pares de ruedas dentadas que generan una relación de velocidades de  $i=0,8$

Fuente: ingemecánica.com (2021)

Tabla 10 Ficha técnica de los engranajes según la cantidad de dientes.

| Nº de dientes<br>N. de dents<br>No. Teeth | Nº de catálogo<br>Número de catalogue<br>Catalog Number | Diám. ext.<br>Diámetro ext.<br>Outside Diameter | Tipo<br>Type | Agujeros (pulgadas)<br>Aléses (pouces)<br>Bore (inches) |  | Buje (pulgadas)<br>Moyeu (pouces)<br>Hub (inches) |   | Peso en libras (aprox.)<br>Poids en livres (environ)<br>Weight Lbs. (Approx.) | Tipo<br>Type | Nº de catálogo<br>Número de catalogue<br>Catalog Number | Diám. int. estándar<br>Diám. int. standard<br>Stock Bore | Peso en libras (aprox.)<br>Poids en livres (environ)<br>Weight Lbs. (Approx.) |
|---|---|---|--------------|---|--|---|---|---|--------------|---|--|---|
|   |   |   |              | Estándar<br>Standard<br>Stock                           | Diám. int. máx.<br>Diám. int. max.<br>Rec. Max | Diámetro<br>Diameter                              | Longitud int.<br>Longueur int.<br>Length Thru |   |              |   |  |   |
| 8   | 35B1Z8  | 1.130   | B            | $\frac{3}{8}$   | $\frac{3}{8}$                                  | $\frac{3}{8}$                                     | $\frac{3}{8}$                                 | .07   |              |   |  |   |
| 9   | 35B1Z9  | 1.260   | B            | $\frac{3}{8}$   | $\frac{3}{8}$                                  | $\frac{7}{16}$                                    | $\frac{3}{8}$                                 | .09   |              |   |  |   |
| 10  | 35B1Z10   | 1.380   | B            | $\frac{3}{8}$   | $\frac{7}{16}$                                 | $\frac{7}{16}$                                    | $\frac{3}{8}$                                 | .14   |              |   |  |   |
| 11  | 35B1Z11   | 1.500   | B            | $\frac{3}{8}$   | $\frac{7}{16}$                                 | $\frac{1}{4}$                                     | $\frac{3}{8}$                                 | .17   |              |   |  |   |
| 12  | 35B1Z12   | 1.630   | B            | $\frac{1}{2}$   | $\frac{7}{16}$                                 | $\frac{1}{4}$                                     | $\frac{3}{8}$                                 | .20   |              |   |  |   |
| 13  | 35B1Z13   | 1.750   | B            | $\frac{1}{2}$   | $\frac{1}{2}$                                  | $\frac{1}{4}$                                     | $\frac{3}{8}$                                 | .23   |              |   |  |   |
| 14  | 35B1Z14   | 1.870   | B            | $\frac{1}{2}$   | $\frac{1}{2}$                                  | $\frac{1}{4}$                                     | $\frac{3}{8}$                                 | .25   |              |   |  |   |
| 15  | 35B1Z15   | 1.990   | B            | $\frac{1}{2}$   | $\frac{3}{8}$                                  | $1\frac{1}{16}$                                   | $\frac{3}{8}$                                 | .29   | A            | 35A1Z15   | $\frac{1}{2}$  | .10   |
| 16  | 35B1Z16   | 2.110   | B            | $\frac{1}{2}$   | $\frac{7}{16}$                                 | $1\frac{1}{16}$                                   | $\frac{3}{8}$                                 | .35   | A            | 35A1Z16   | $\frac{1}{2}$  | .12   |
| 17  | 35B1Z17   | 2.230   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{16}$                                | $1\frac{1}{16}$                                   | $\frac{3}{8}$                                 | .42   | A            | 35A1Z17   | $\frac{1}{2}$  | .12   |
| 18  | 35B1Z18   | 2.350   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{16}$                                | $1\frac{1}{2}$                                    | $\frac{3}{8}$                                 | .48   | A            | 35A1Z18   | $\frac{1}{2}$  | .14   |
| 19  | 35B1Z19   | 2.470   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | $1\frac{1}{8}$                                    | $\frac{3}{8}$                                 | .54   | A            | 35A1Z19   | $\frac{1}{2}$  | .16   |
| 20  | 35B1Z20   | 2.590   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | $1\frac{1}{8}$                                    | $\frac{3}{8}$                                 | .59   | A            | 35A1Z20   | $\frac{1}{2}$  | .20   |
| 21  | 35B1Z21   | 2.710   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .80   | A            | 35A1Z21   | $\frac{1}{2}$  | .20   |
| 22  | 35B1Z22   | 2.830   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .80   | A            | 35A1Z22   | $\frac{1}{2}$  | .22   |
| 23  | 35B1Z23   | 2.950   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .82   | A            | 35A1Z23   | $\frac{1}{2}$  | .24   |
| 24  | 35B1Z24   | 3.070   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .88   | A            | 35A1Z24   | $\frac{1}{2}$  | .26   |
| 25  | 35B1Z25   | 3.190   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .86   | A            | 35A1Z25   | $\frac{1}{2}$  | .28   |
| 26  | 35B1Z26   | 3.310   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .90   | A            | 35A1Z26   | $\frac{1}{2}$  | .28   |
| 27  | 35B1Z27   | 3.430   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .94   | A            | 35A1Z27   | $\frac{1}{2}$  | .34   |
| 28  | 35B1Z28   | 3.550   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | .94   | A            | 35A1Z28   | $\frac{1}{2}$  | .34   |
| 30  | 35B1Z30   | 3.790   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | 1.02  | A            | 35A1Z30   | $\frac{1}{2}$  | .46   |
| 32  | 35B1Z32   | 4.030   | B            | $\frac{1}{2}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2   | $\frac{3}{8}$                                 | 1.24  | A            | 35A1Z32   | $\frac{3}{8}$  | .46   |
| 35  | 35B1Z35   | 4.390   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{8}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | $\frac{3}{8}$                                 | 1.50  | A            | 35A1Z35   | $\frac{3}{8}$  | .60   |
| 36  | 35B1Z36   | 4.510   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{2}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | $\frac{3}{8}$                                 | 1.56  | A            | 35A1Z36   | $\frac{3}{8}$  | .62   |
| 40  | 35B1Z40   | 4.990   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{2}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | 1   | 1.62  | A            | 35A1Z40   | $1\frac{1}{32}$  | .70   |
| 42  | 35B1Z42   | 5.230   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{2}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | 1   | 1.68  | A            | 35A1Z42   | $1\frac{1}{32}$  | .78   |
| 45  | 35B1Z45   | 5.590   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{2}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | 1   | 1.78  | A            | 35A1Z45   | $1\frac{1}{32}$  | .88   |
| 48  | 35B1Z48   | 5.950   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{2}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | 1   | 1.88  | A            | 35A1Z48   | $1\frac{1}{32}$  | 1.21  |
| 54  | 35B1Z54   | 6.660   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{2}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | 1   | 2.20  | A            | 35A1Z54   | $1\frac{1}{32}$  | 1.32  |
| 60  | 35B1Z60   | 7.380   | B            | $\frac{3}{8}$   | $1\frac{1}{2}$                                 | 2 $\frac{1}{2}$                                   | 1   | 2.48  | A            | 35A1Z60   | $2\frac{1}{32}$  | 1.66  |

Fuente: ingemecánica.com (2021)

Con base en la Tabla 10, se seleccionaron ruedas de 24 y 30 dientes porque están disponibles en el mercado del país. Salvo por la rueda o engranaje motriz que tiene 30 dientes los demás engranajes son de 24 dientes. La Tabla 11 muestra las dimensiones para este tipo de rueda.

Tabla 11 *Medidas de las ruedas dentadas escogidas para sistemas de tracción*

| Medidas principales    | 30 dientes | 24 dientes |
|------------------------|------------|------------|
| Diámetro de paso [mm]  | 121,498    | 97,298     |
| Diámetro exterior [mm] | 128,452    | 104,086    |
| Diámetro interior [mm] | 113,671    | 89,471     |
| Espesor [mm]           | 3,069      | 3,069      |

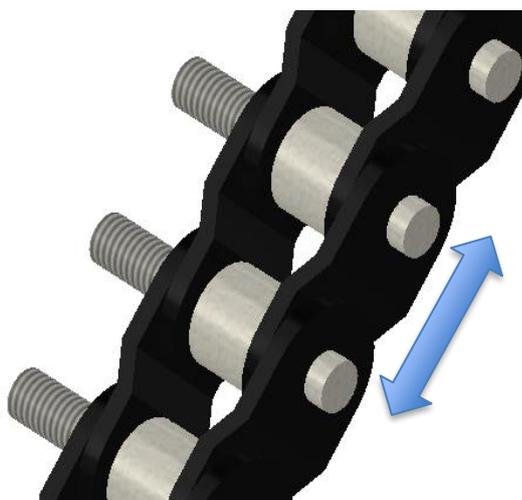
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.2.2. Longitud de la cadena

Para los sistemas de inversión, este valor es difícil de determinar analítica y gráficamente, por lo que se determinó mediante el asistente de diseño de canales del software Autodesk Inventor. La longitud fue  $L_{cad} = 3030,23$  mm.

Debido a su fácil acceso en el mercado, y a que se ajusta a las dimensiones pre establecidas del diseño del prototipo propuesto, específicamente por los piñones, el paso de cadena ( $p_c$ ) es de 12,7 mm, se determinó el número requerido de eslabón

**Figura 36** Paso de cadena de la cadena del sistema de transmisión



**Fuente:** Elaboración propia

## Ecuación 2 Número de eslabones de la cadena

|                                       |                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| $N_{Eslabones} = \frac{L_{cad}}{p_c}$ | Donde:                            |
|                                       | $L_{cad}$ : Longitud de la cadena |
|                                       | $p_c$ : paso de cadena            |

$$N_{Eslabones} = \frac{3030,23 \text{ mm}}{12,7 \text{ mm}}$$

$$N_{Eslabones} = 238 \text{ unidades}$$

Por aproximación al entero mayor se tiene que la misma debe poseer 238 eslabones. Hay que tener en cuenta que la cadena no debe estar ni muy tensa ni muy floja, por lo que es posible que en la práctica se deban colocar más eslabones de los calculados.

## 3.5.2.3. Selección de rodamientos de la estructura

Los rodamientos son piezas que ayudan a la rotación de los objetos. Apoyan el eje que gira dentro de la maquinaria. Los rodamientos soportan los ejes giratorios de las ruedas, engranajes, turbinas, rotores, etc. en esas máquinas, lo que les permite girar con mayor suavidad, por ende, fue necesario la correcta selección de estos importantes elementos.

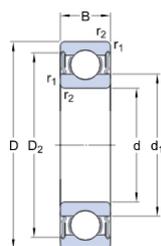
Tabla 12 Especificaciones técnicas de los rodamientos SKF 62200 2RS1

| Designation   | Dimensiones principales |       |        | Capacidad de carga básica |        | Velocidades nominales |                |         |
|---------------|-------------------------|-------|--------|---------------------------|--------|-----------------------|----------------|---------|
|               |                         |       |        | dynamic                   | static | Reference speed       | Limiting speed |         |
|               | d [mm]                  | $t_d$ | D [mm] | B [mm]                    | C [kN] | C <sub>0</sub> [kN]   | [r/min]        | [r/min] |
| 61900-2Z      | 10                      |       | 22     | 6                         | 2.7    | 1.27                  | 70 000         | 36 000  |
| ☆ ■ 6200      | 10                      |       | 30     | 9                         | 5.4    | 2.36                  | 56 000         | 36 000  |
| ☆ ■ 6200-2RSH | 10                      |       | 30     | 9                         | 5.4    | 2.36                  |                | 17 000  |
| ☆ ■ 6200-2RSL | 10                      |       | 30     | 9                         | 5.4    | 2.36                  | 56 000         | 28 000  |
| ☆ ■ 6200-2Z   | 10                      |       | 30     | 9                         | 5.4    | 2.36                  | 56 000         | 28 000  |
| ■ 6200-2ZNR   | 10                      |       | 30     | 9                         | 5.4    | 2.36                  | 56 000         | 28 000  |
| ■ 6200-RSH    | 10                      |       | 30     | 9                         | 5.4    | 2.36                  |                | 17 000  |
| ■ 6200-Z      | 10                      |       | 30     | 9                         | 5.4    | 2.36                  | 56 000         | 36 000  |
| 62200-2RS1    | 10                      |       | 30     | 14                        | 5.07   | 2.36                  |                | 17 000  |
| 62300-2RS1    | 10                      |       | 35     | 17                        | 8.06   | 3.4                   |                | 15 000  |
| ☆ ■ 6300      | 10                      |       | 35     | 11                        | 8.52   | 3.4                   | 50 000         | 32 000  |
| ☆ ■ 6300-2RSH | 10                      |       | 35     | 11                        | 8.52   | 3.4                   |                | 15 000  |

**Fuente:** Página Oficial de SKF (2021)

Debido a los sellos que estos rodamientos poseen en ambos lados para evitar la entrada de arena y la corrosión, se seleccionaron los rodamientos SKF 62200 2RS1. Las características de este rodamiento se presentan a continuación en la Figura 38 y 39.

**Figura 37** Dimensiones de rodamientos

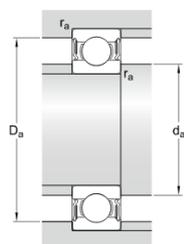


#### DIMENSIONES

|                  |             |  |
|------------------|-------------|--|
| d                | 10 mm       | Diámetro del agujero                             |
| D                | 30 mm       | Diámetro exterior                                |
| B                | 14 mm       | Ancho  |
| d <sub>1</sub>   | ≈ 17 mm     | Diámetro del resalte del aro interior            |
| D <sub>2</sub>   | ≈ 24.72 mm  | Diámetro del rebaje del resalte del aro exterior |
| r <sub>1,2</sub> | min. 0.6 mm | Dimensión del chaflán del aro exterior           |

**Fuente:** Página Oficial de SKF (2021)

**Figura 38** Dimensiones de los resaltes de rodamientos



#### DIMENSIONES DE LOS RESALTES

|                |              |                                  |
|----------------|--------------|----------------------------------|
| d <sub>a</sub> | min. 14.2 mm | Diámetro del resalte del eje     |
| d <sub>a</sub> | max. 16.9 mm | Diámetro del resalte del eje     |
| D <sub>a</sub> | max. 25.8 mm | Diámetro del resalte del soporte |
| r <sub>a</sub> | max. 0.6 mm  | Radio de acuerdo                 |

**Fuente:** Página Oficial de SKF (2021)

### 3.5.3. Banda transportadora

#### 3.5.3.1. Detalles de la banda seleccionada para el diseño del prototipo

Para la selección de la banda se considera la Tabla 13, la cual describe varios de los requerimientos que se ajustan al tipo de actividad descrito en este trabajo. Debido a que se va a transportar desechos sólidos como papeles, metales, vidrios, plásticos y orgánicos, debe existir un grado de estabilidad para evitar que estos desechos se caigan y posteriormente se mantenga la contaminación en las playas, para aquello

debido a sus propiedades adherentes con varios componentes de estos desechos se seleccionó la banda de polipropileno.

Tabla 13

*Características de la banda transportadora seleccionada*

| Estilo de banda   | % de área abierta | Accesorios:<br>F = Empujadores, S = Guardas laterales<br>FTP = Unidades de transferencia | Material de la banda     | Material de las varillas | Resistencia de la banda |      | Rango de temperatura (continuo) |           | Peso de la banda    |                   | Homologación<br>1= Blanco, 2= Azul, 3= Natural, 4= Gris |                                       |                           |   |   |  |   |   |  |  |
|---|-------------------|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------|---------------------------------|-----------|---------------------|-------------------|---|---------------------------------------|---------------------------|---|---|--|---|---|--|--|
|   |                   |  |                          |                          | lb/pies                 | kg/m | °F                              | °C        | lb/pie <sup>2</sup> | kg/m <sup>2</sup> | FDA (EEUU.) <sup>a</sup>                                | USDA-FSIS (carne y aves) <sup>b</sup> | Lácteos USDA <sup>c</sup> | Agencia de Inspección de Alimentos del Canadá (CFA) | Servicio australiano de inspecciones por cuarentena (A) | Ministerio de Agricultura y Silvicultura de Nueva Zelanda (Z) <sup>d</sup> | Certificado de exportación europeo según la directiva de la EU 2002/72/EC y sus enmiendas hasta la fecha (EU MC) <sup>e</sup> | Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar de Japón (J) |  |  |
| <b>SERIE 1400: Paso nominal de 0,50 pulg. (12,7 mm)</b> |                   |  |                          |                          |                         |      |                                 |           |                     |                   |   |                                       |                           |   |   |  |   |   |  |  |
| FLUSH GRID  | 48                | -  | Polipropileno            | Polipropileno            | 125                     | 186  | 34 a 220                        | 1 a 104   | 0,44                | 2,12              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Polipropileno            | Acetal                   | 130                     | 200  | 34 a 220                        | 1 a 104   | 0,57                | 2,86              | *   |                                       |                           |   |   |  | *   | 3   |  |  |
|   |                   |  | Nilon HR FDA             | Nilon                    | 175                     | 260  | -50 a 240                       | -46 a 116 | 0,58                | 2,83              | *   |                                       |                           |   |   |  | *   | 3   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Acetal                   | 240                     | 357  | -50 a 200                       | -46 a 93  | 0,73                | 3,56              | *   |                                       |                           |   |   |  | *   | 3   |  |  |
|   |                   |  | Polipropileno detectable | Acetal                   | 80                      | 119  | 0 a 150                         | -18 a 66  | 0,56                | 2,73              | *   |                                       |                           |   |   |  | *   | 4   |  |  |
| Acetal detectable por rayos X                           | Acetal            | 240  | 357                      | -50 a 200                | -46 a 93                | 0,78 | 3,66                            | *         |                     |                   |   |                                       |                           | *   |   |  |   |   |  |  |
| <b>SERIE 1600: Paso nominal de 1,00 pulg. (25,4 mm)</b> |                   |  |                          |                          |                         |      |                                 |           |                     |                   |   |                                       |                           |   |   |  |   |   |  |  |
| OPEN HINGE FLAT TOP                                     | 0                 | F  | Polipropileno            | Polipropileno            | 700                     | 1040 | 34 a 220                        | 1 a 104   | 1,05                | 5,13              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Polietileno              | Polietileno              | 350                     | 520  | -50 a 150                       | -46 a 66  | 1,10                | 5,37              | *   | 3                                     |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Polipropileno            | 1400                    | 2100 | 34 a 200                        | 1 a 93    | 1,58                | 7,71              | *   | 1                                     |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Polietileno              | 1000                    | 1490 | -50 a 150                       | -46 a 66  | 1,58                | 7,71              | *   | 1                                     |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
| MOLD TO WIDTH OPEN HINGE FLAT TOP                       | 0                 | -  | Acetal                   | Polietileno              | 625                     | 283  | -50 a 150                       | -46 a 66  | 1,20                | 1,52              | *   | 1                                     |                           |   | *   |  |   |   |  |  |
| NUB TOP   | 0                 | -  | Polipropileno            | Polipropileno            | 700                     | 1040 | 34 a 220                        | 1 a 104   | 1,13                | 5,52              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Polietileno              | Polietileno              | 350                     | 520  | -50 a 150                       | -46 a 66  | 1,18                | 5,76              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Polipropileno            | 1400                    | 2100 | 34 a 200                        | 1 a 93    | 1,74                | 8,49              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Polietileno              | 1000                    | 1490 | -50 a 150                       | -46 a 66  | 1,74                | 8,49              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
| MINI RIB  | 0                 | -  | Polipropileno            | Polipropileno            | 700                     | 1040 | 34 a 220                        | 1 a 104   | 1,05                | 5,13              | *   | 1                                     |                           |   | *   | 3  |   |   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Polipropileno            | 1400                    | 2100 | 34 a 200                        | 1 a 93    | 1,58                | 7,71              | *   | 1                                     |                           |   | *   | 3  |   |   |  |  |
| MESH TOP  | 16                | -  | Acetal                   | Polipropileno            | 1200                    | 1780 | 34 a 200                        | 1 a 93    | 1,40                | 6,84              | *   |                                       |                           |   | *   | 3  |   |   |  |  |
|   |                   |  | Polipropileno            | Polipropileno            | 700                     | 1040 | 34 a 220                        | 1 a 104   | 0,94                | 4,59              | *   |                                       |                           |   | *   | 3  |   |   |  |  |
| MESH NUB TOP  | 16                | -  | Acetal                   | Polipropileno            | 1200                    | 1780 | 34 a 200                        | 1 a 93    | 1,45                | 7,08              | *   |                                       |                           |   | *   | 3  |   |   |  |  |
|   |                   |  | Polipropileno            | Polipropileno            | 700                     | 1040 | 34 a 220                        | 1 a 104   | 0,98                | 4,81              | *   |                                       |                           |   | *   | 3  |   |   |  |  |
| <b>SERIE 1600: Paso nominal de 1,00 pulg. (25,4 mm)</b> |                   |  |                          |                          |                         |      |                                 |           |                     |                   |   |                                       |                           |   |   |  |   |   |  |  |
| SEAMFREE™ MINIMUM HINGE FLAT TOP                        | 0                 | -  | Acetal                   | Acetal                   | 350                     | 520  | -50 a 200                       | -46 a 93  | 1,47                | 7,18              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Polipropileno            | 325                     | 480  | 34 a 200                        | 1 a 93    | 1,40                | 6,84              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Acetal                   | Polietileno              | 225                     | 330  | -50 a 150                       | -46 a 66  | 1,40                | 6,83              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |
|   |                   |  | Polipropileno            | Polipropileno            | 225                     | 330  | 34 a 220                        | 1 a 104   | 0,91                | 4,44              | *   |                                       |                           |   |   | *  | 3   |   |  |  |

**Fuente:** Manual de bandas industriales Intralox (2021)

Con base en los requisitos de resistencia para factores externos e internos específicos involucrados en la recolección de desechos sólidos que causan el desgaste de la banda, así como la abrasión de estas debido a las altas temperaturas en las playas, la Tabla 10 muestra el tipo de resistencia requerida para la selección de la banda.

Aunque para la posterior selección de los componentes de la banda transportadora, se realizan cálculos para determinar las fuerzas, rendimientos, fuerzas, diámetros etc., en primer lugar, se seleccionarían las características de la banda, con el objetivo de establecer las condiciones de transporte.

Tabla 14 Resistencia y aplicaciones de la banda seleccionada

| MOD    | RESISTENCIA   | APLICACIONES DE BANDAS TRANSPORTADORAS   |
|--------|---|--|
| ALG-1  | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                                  | GALLETAS, PAPELERIA, TRANSPORTACION LIGERA                                     |
| ALG-2  | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                                  | GALLETAS, PAPELERIA, QUIMICA, LAVANDERIA Y TRANSPORTACION LIGERA               |
| ALG-3  | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                                  | INDUSTRIA DE EMPAQUE Y HARINERA  |
| ALG-4  | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                                  | INDUSTRIA CARTONERA, TABACALERA, CERILLERA Y HARINERA                          |
| ALG-6  | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                                  | INDUSTRIA CEMENTERA, ACUMULADORES, TRANSMISION DE FUERZA                       |
| POL-2  | ACIDOS, ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                          | INDUSTRIA ALIMENTICIA, ACUMULADORES, QUIMICA, TRANSPORTE DE CARGA MEDIANA      |
| POL-4  | ACIDOS, ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                          | INDUSTRIA CEMENTERA, Y TRANSPORTACION PESADA                                   |
| POL-6  | ACIDOS, ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                          | INDUSTRIA CEMENTERA, TRANSPORTACION PESADA                                     |
| PS-1   | ALCALIS, DESGASTE, HUMEDAD                                    | INDUSTRIA ALIMENTICIA, QUIMICA, Y TRANSPORTACION LIGERA                        |
| PS-2   | ALCALIS, DESGASTE, HUMEDAD                                    | INDUSTRIA ALIMENTICIA, QUIMICA, Y TRANSPORTACION LIGERA                        |
| S-230  | ALCALIS, DESGASTE   | TRANSPORTACION MEDIANA   |
| TF     | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE                                  | INDUSTRIA ALIMENTICIA Y SALIDA DE HORNO  |
| TECA   | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE, FRICCION                        | INDUSTRIA DE ACUMUADORES Y CEMENTERA   |
| TECP   | ALCALIS, OXIDANTES, DESGASTE, FRICCION                        | INDUSTRIA DE ACUMUADORES Y CEMENTERA   |
| FF     | ACIDOS, FRICCION, IMPACTO, CORTE, ACEITES, QUIMICOS           | INDUSTRIA MINERA, CEMENTERA, CONCRETERA, MARMOLERA, TRANSPORTE DE CARGA PESADA |
| MINX16 | ACIDOS, FRICCION, IMPACTO, CORTE, ACEITES, ABRASION, QUIMICOS | INDUSTRIA MINERA, CEMENTERA, RECOLECCIÓN DE DESECHOS SOLIDOS                   |
| MINX08 | ACIDOS, FRICCION, IMPACTO, CORTE, ACEITES, QUIMICOS           | INDUSTRIA MINERA, CEMENTERA, CONCRETERA, MARMOLERA, TRANSPORTE DE CARGA PESADA |
| MIN168 | ACIDOS, FRICCION, IMPACTO, CORTE, ACEITES, QUIMICOS           | INDUSTRIA MINERA, CEMENTERA, CONCRETERA, MARMOLERA, TRANSPORTE DE CARGA PESADA |

**Fuente:** Página Oficial de comercioindustrial.net (2021)

Por lo tanto, se toma como referencia las características físicas y técnicas de las bandas transportadoras que mejor se ajuste a las funciones que desempeñará, entre dichas características, los siguientes datos presentados en la Tabla 11 corresponden a la cinta transportadora seleccionada para el diseño del prototipo, cuyo movimiento se realiza en forma ascendente. Mientras que desde la Figura 40 hasta la 42 se presenta el diseño de la banda para el prototipo propuesto.

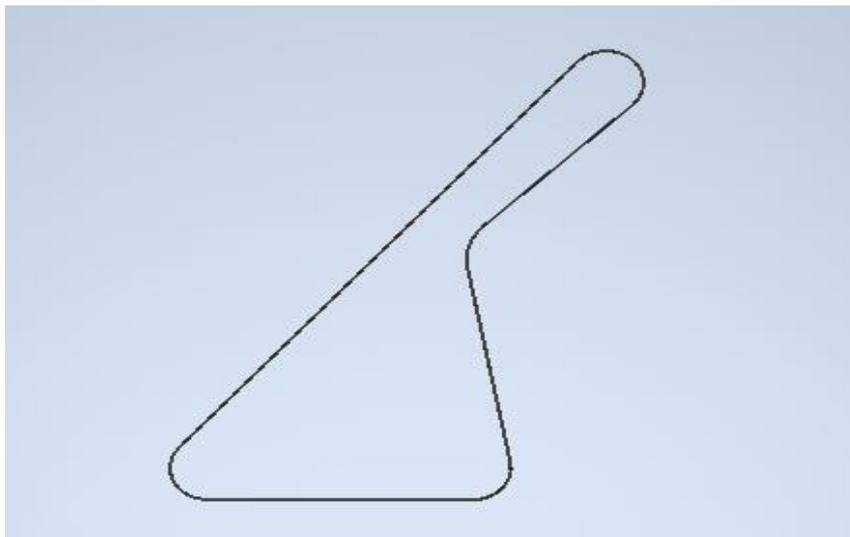
Tabla 15 Detalles técnicos de la banda para el diseño

| Detalles                  | Unidades |
|---------------------------|----------|
| Ancho de la banda (mm)    | 550      |
| Longitud de la banda (mm) | 3100.1   |
| Peso de la banda (Kg)     | 10       |
| Distancia entre ejes (mm) | 1200     |
| Espesor (mm)              | 3.5      |

|   |                 |
|---|-----------------|
| Tipo de impulsión                       | Motor eléctrico |
| Ancho de la banda (mm)                  | 550             |
| Cambio de altura del transportador (mm) | 940             |
| Angulo de inclinación                   | 30°             |

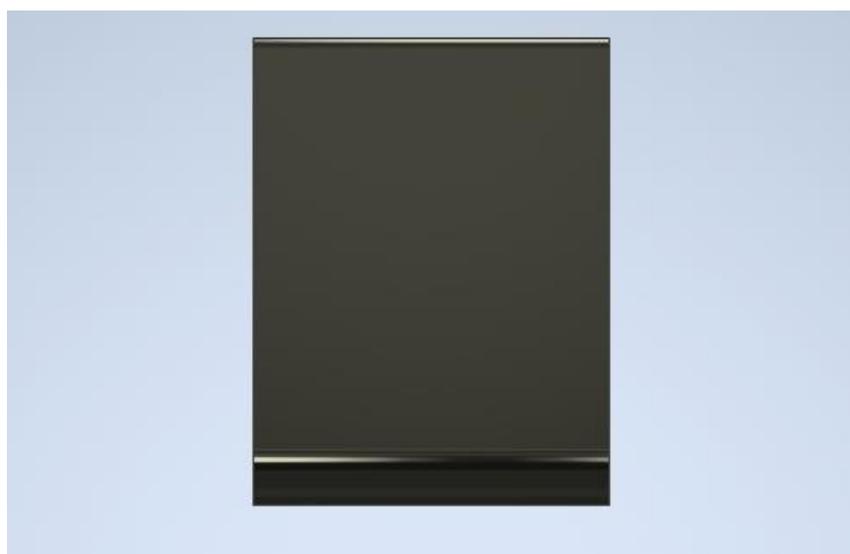
**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 39** Vista lateral del diseño de la banda transportadora



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 40** Vista frontal del diseño de la banda transportadora



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura 41** Vista general del diseño de la banda transportadora



**Fuente:** Manual de bandas industriales Intralox (2021)

### 3.5.3.2. Cálculo de la carga del producto en acumulación

La resistencia a la tracción de la banda en movimiento se logra mediante la combinación de las cargas disponibles, el arrastre por fricción y el desplazamiento del producto en caso que se presente, si no, se considera su desplazamiento

Las fuerzas de fricción surgen de dos formas. En primer lugar, el peso de la cinta y el propio producto transportado que para este caso serán los desechos sólidos, que actúa sobre el camino de salida y contrarrestan el movimiento de la cinta. En segundo lugar, si el producto se mantiene estacionario y la correa se mueve más hacia su destino existe una resistencia adicional entre la correa y el producto.

Cada una de estas fuerzas de fricción es proporcional al coeficiente de fricción, que depende de los materiales específicos, como la calidad de la superficie, la presencia (o ausencia) de lubricación, la limpieza de la superficie entre otros factores.

El coeficiente de fricción entre la correa y los rieles de desgaste está marcado con la letra  $F_w$ . La relación entre el producto transportado y la cinta está representada por  $F_p$ .

Para obtener la carga de producto (M), se estableció que la carga del compartimiento de almacenamiento donde se depositan los desechos tiene una capacidad de 150 kg, se estima que cada 2 ciclos en un periodo de 10 segundos se llena el compartimiento.

El área de la carga transportada se calculó de acuerdo con la longitud y el ancho de la correa, que resultó de la siguiente manera:

**Ecuación 3 Área de carga transportada**

|   |  |
|---|--|
| $Ar_{cinta} = L_{banda} \times A_{banda}$ | Donde:                                       |
|   | $Ar_{cinta}$ : área de la carga transportada |
|   | $L_{banda}$ : Longitud de la banda           |
|   | $A_{banda}$ : Ancho de la banda              |

$$Ar_{cinta} = 3.1 \text{ m} \times 0.55 \text{ m}$$

$$Ar_{cinta} = 1.7 \text{ m}^2$$

Debido a que la cinta no trabaja al 100% llena, se estimó un 90% del área de la cinta, lo que da como resultado:

$$A_{ef} = 0.90 \times 1.7 \text{ m}^2 = 1.53 \text{ m}^2$$

Con estos datos se puede calcular la carga del producto (M):

$$M = \frac{75}{1.53} = 49 \text{ kg/m}^2$$

Para el cálculo de la tracción de la banda se aplica la siguiente formula:

**Ecuación 4 Carga del producto en acumulación**

|                      |   |
|----------------------|---|
| $M_p = M \times F_p$ | Donde:  |
|                      | M: Carga del producto                         |
|                      | $F_p$ : Coeficiente entre la banda y producto |
|                      | $M_p$ : Tracción de la banda                  |

Se debe asumir un trabajo más real de la cinta transportadora y con el objetivo de prevenir una futura sobrecarga se estimaron los siguientes valores:

- Sobrecarga de un 15%
- Coeficiente de fricción entre la cinta y el peso a transportar de  $F_p = 0.14$  (Anexo 1)

$$M_p = 49 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0.14 \left( \frac{15}{100} \right)$$

$$M_p = 1.03 \text{ kg/m}^2$$

### 3.5.3.3. Tracción de la banda

El Anexo 1, debe tenerse en cuenta que hay dos valores de  $F_w$  para las bandas de polipropileno, uno para aplicaciones limpias y líquidas y el otro para aplicaciones "abrasivas".

En este caso, la poca o ninguna cantidad de arena, suciedad, fibras o partículas de vidrio que están presentes en el camino de salida se denomina "abrasivo". Recuerde que hay muchos valores que afectan la fricción. Cualquier pequeño cambio en las condiciones puede resultar en grandes fluctuaciones. Por lo tanto, al utilizar los coeficientes de fricción en los cálculos de diseño, se deben tener en cuenta estas desviaciones. Después de calcular  $M_p$  y determinar el coeficiente de fricción  $F_w$ , se calculó la tensión de la banda  $T_{Banda}$  usando la siguiente fórmula:

**Ecuación 5 Tracción de la banda**

|   |   |
|---|---|
| $T_{Banda} = [(M + 2W) \times F_w + M_p] \times L + (M \times H)$ | Donde:  |
|   | M: Carga del producto                         |
|   | W: Peso de la banda                           |
|   | L: Longitud del transportador                 |
|   | H: Cambio de altura del transportador         |
|   | $F_w$ : Coeficiente entre la banda y producto |
| $M_p$ : Tracción de la banda                                      |   |

Nota: El valor de  $F_w$  se encuentra en el Anexo 2 según el material aplicado

$$T_{Banda} = [(M + 2W) \times F_w + M_p] \times L + (M \times H)$$

Cabe mencionar que el peso de la banda es para el diseño de prototipo propuesto, es de  $P_{Banda} = 10 \text{ kg/m}^2$ , además, según el dimensionamiento generado por el programa, el cambio de altura del transportador es  $H = 0.94 \text{ m}$ .

$$T_{Banda} = \left[ \left( 49 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 2 \left( 10 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \right) \times 0.31 + 1.03 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \times 2.49 \text{ m} + \left( 49 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0.94 \text{ m} \right)$$

$$T_{Banda} = 805.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

### 3.5.3.4. Ajuste de la tracción calculada de la banda

Los términos de uso pueden variar significativamente. La tensión de la correa  $T_{Banda}$  calculada de acuerdo con la ecuación en la sección 3.5.3.3 debe corregirse de acuerdo con estos factores. La tracción de la banda corregida  $T_{Banda}^*$  se determina aplicando el factor de servicio FS (Anexo 3) correspondiente. En el caso de transportadores de doble cara o empujados con alta tensión de la correa en el lado de retorno, se deben tener en cuenta ambos ejes extremos como accionamientos al determinar la tensión de la banda ajustada.

**Ecuación 6 Tracción de la banda corregida**

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| $T_{Banda}^* = T_{Banda} \times FS$ | Donde:  |
|                                     | $T_{Banda}^*$ : Tracción de la banda ajustada |
|                                     | $T_{Banda}$ : Tracción de la banda            |
|                                     | $FS$ : Factor de servicio                     |

$$T_{Banda}^* = 805.1 \frac{kg}{m} \times 1.8$$

$$T_{Banda}^* = 1449.1 \frac{kg}{m}$$

### 3.5.3.5. Resistencia permitida de la banda

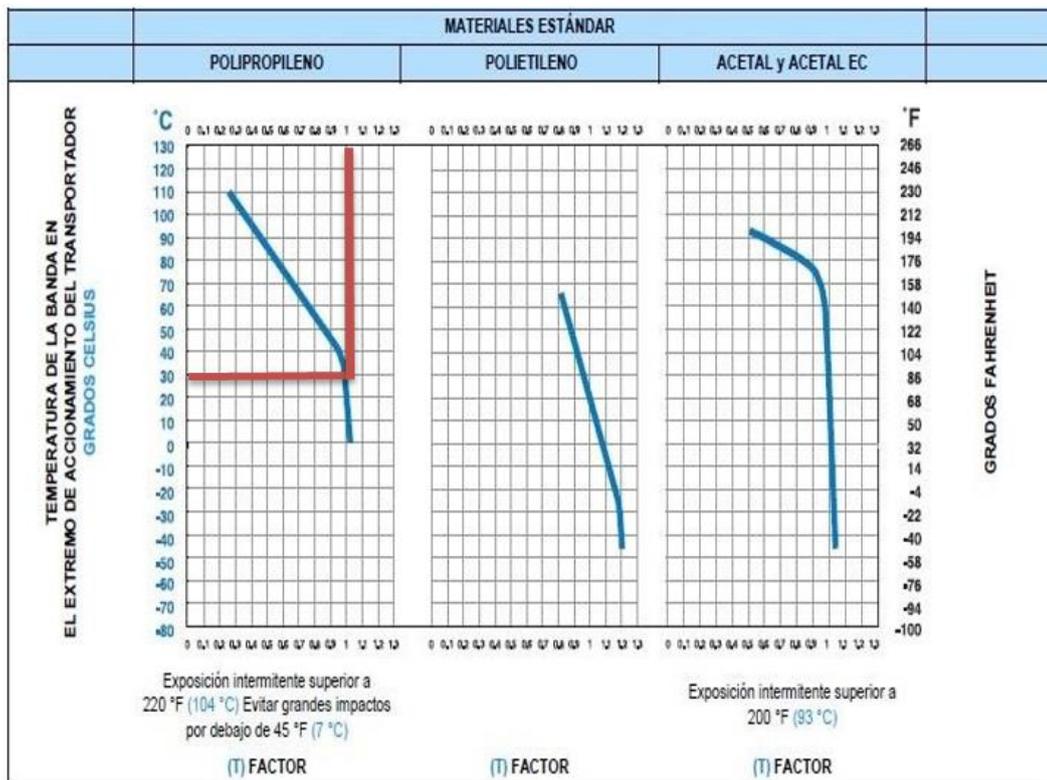
Las bandas de polipropileno a seleccionar disponen de propiedades respecto a la resistencia, específicamente la temperatura ambiente y a baja velocidad. Dado que la resistencia de este material tiende a disminuir al aumentar la temperatura y la tasa de desgaste es directamente proporcional a la velocidad, pero inversamente proporcional a la longitud del transportador, la resistencia nominal de la banda  $RN_{Banda}$  (Anexo 4), debe ajustarse en consecuencia. Para lo cual se aplica la siguiente formula:

**Ecuación 7 Resistencia de la banda**

|  |   |
|--|---|
| $R_{Banda} = RN_{Banda} \times T \times S$ | Donde:  |
|  | $R_{Banda}$ : Resistencia permitida de la banda |
|  | $RN_{Banda}$ : Resistencia nominal de la banda  |
|  | $S$ : Factor de resistencia                     |
|  | $T$ : Factor de temperatura                     |

Para aquello, en primer lugar, se debe calcular el factor de temperatura (T) y de resistencia (S). Para calcular el factor de temperatura (T) se consideró una temperatura media existente en el lugar de operación de 30°C, siendo propio de las características del polipropileno, material de la banda.

**Figura 42** Factor de temperatura.



**Fuente:** Manual de bandas industriales Intralox (2021)

La figura 43 indica que el factor temperatura es a los 30° C, es de 1.

Para el presente trabajo consideró la velocidad lineal y la longitud entre los ejes, por medio de la tabla 16, lo cual permitirá determinar el factor de resistencia S.

Tabla 16 *Variables a considerar para el factor de resistencia S*

|                |   |
|----------------|---|
| $\frac{V}{L'}$ | Donde:  |
|                | V: Velocidad lineal                             |
|                | L': Longitud respecto a la distancia entre ejes |

Fuente: Autor

Para el cálculo de la velocidad lineal de la banda, se tiene una capacidad máxima de 100 kg/h, esto se debe principalmente al tipo de contenido variable o no

constante en sus dimensiones que procesará el prototipo, sumado al tamaño del diseño propuesto, bajo este contexto se establece como masa promedio por desecho a transportar de 0,96 kg.

Para determinar el tiempo que se demoran estos desperdicios en llegar de un extremo al punto más alto de la banda, es necesario aplicar la siguiente formula:

**Ecuación 8 Tiempo traslado de desechos hasta punto más alto**

$$t = \frac{\text{masa promedio de desechos (Kg)}}{\text{capacidad maxima requerida } (\frac{Kg}{h})}$$

$$t = \frac{0.96 \text{ Kg}}{100 \text{ Kg/h}}$$

$$t = 9.6 \times 10^{-3} \text{ h}$$

Debido a que se requiere el tiempo en minutos se procede a transformar las horas obtenidas a minutos.

$$t = 9.6 \times 10^{-3} \text{ h} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

$$t = 0.58 \text{ min}$$

Al obtener el tiempo de transporte de los desechos sólidos se puede determinar la velocidad de transporte de cada uno de estos, el cual es igual a la velocidad lineal con la que la banda trabaja, ya que se tiene un  $t$  de 0.58 minutos y la distancia a recorrer el cual corresponde a 3100.1 mm o 3.1 m.

**Ecuación 9 Velocidad de transporte**

|                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| $v = \frac{x}{t}$ | Donde:                 |
|                   | x: Distancia recorrida |
|                   | t: Tiempo de traslado  |

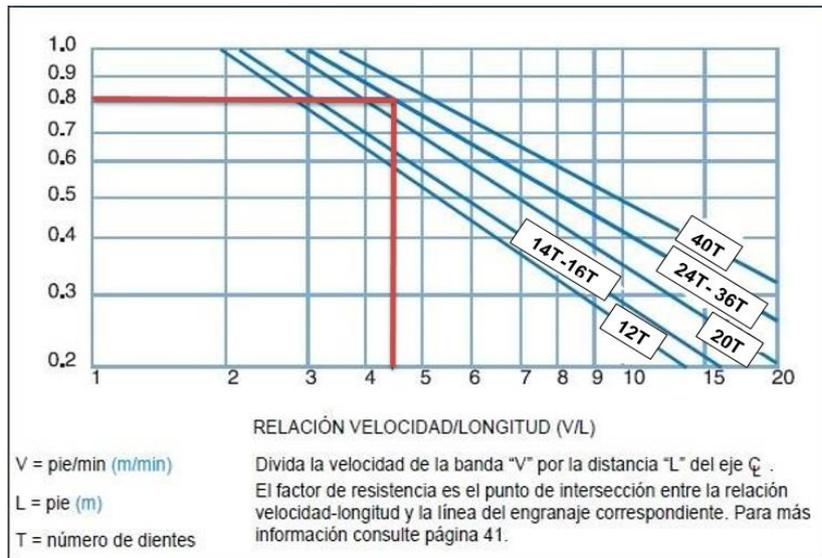
$$v = \frac{3.1 \text{ m}}{0.58 \text{ min}}$$

$$v = 5.34 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Luego de obtener la velocidad lineal se procede a calcular el factor de resistencia de acuerdo por medio de la Figura 44.

$$\frac{5.3 \text{ m/min}}{1.2 \text{ m}} = 4.45 \text{ min}$$

**Figura 44** Factor de resistencia



**Fuente:** Manual de bandas industriales Intralox (2021)

El factor de resistencia es de 0.8 por lo que se procede a calcular la resistencia permitida de la banda.

$$R_{Banda} = RN_{Banda} \times T \times S$$

$$R_{Banda} = 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \times 1 \times 0.8$$

$$R_{Banda} = 1863 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Siendo la resistencia de la banda de 1863 kg/m del ancho de la banda

### 3.5.4. Selección del motor para accionar banda transportadora

#### 3.5.4.1. Selección del eje motriz

Antes de determinar su funcionalidad, conviene analizar dos funciones importantes del eje motriz:

Su capacidad para reducir la fuerza de flexión de la tensión de la banda con

una deflexión del eje aceptable

Su capacidad para transmitir de manera confiable el par torsión requerida.

El primer paso es preseleccionar el tamaño de eje correcto para el engranaje que elija. El eje se dobla o flexionará bajo la fuerza de tracción de la banda y su propio peso. Estas fuerzas se consideran coplanares y se pueden combinar en una carga axial total  $W$  dada por la ecuación.

#### Ecuación 10 Carga total del eje

|  |   |
|--|---|
| $W_{eje} = (T_{Banda} * + Q) \times A_{banda}$ | Donde:  |
|  | $W_{eje}$ : Carga total del eje               |
|  | $T_{Banda} *$ : Tracción de la banda ajustada |
|  | $Q$ : Peso del eje                            |
|  | $A_{banda}$ : Ancho de la banda               |

Por tratarse de una banda de dimensiones pequeñas se seleccionó un eje cuadrado de 25 mm, donde la Tabla 17 presenta los datos del eje seleccionado cuyo peso  $Q$  es de 4.92 kg/m.

Tabla 17 Datos del eje

| EJE B DATOS   | (Q) PESO DEL EJE, lb/pie (kg/m) |                      |                      | I MOMENTO DE INERCIA pulg. <sup>4</sup> (mm <sup>4</sup> ) |
|---|---------------------------------|----------------------|----------------------|--|
|   | ALUMINIO                        | ACERO AL CARBONO     | ACERO INOXIDABLE     |  |
| 5/8 PULG. CUADRADAS   | 0,46                            | 1,33 <sup>a</sup>    | 1,33 <sup>a</sup>    | 0,013  |
| 1 PULG. CUADRADA  | 1,17 <sup>a</sup>               | 3,40 <sup>a</sup>    | 3,40 <sup>a</sup>    | 0,083  |
| 1,5 PULG. CUADRADAS   | 2,64 <sup>a</sup>               | 7,65 <sup>a</sup>    | 7,65 <sup>a</sup>    | 0,42   |
| 2,5 PULG. CUADRADAS   | 7,34                            | 21,25 <sup>a</sup>   | 21,25 <sup>a</sup>   | 3,25   |
| 3,5 PULG. CUADRADAS   | 14,39                           | 41,60 <sup>a</sup>   | 41,60                | 12,50  |
| 25 mm CUADRADOS   | 1,699                           | 4,920 <sup>b</sup>   | 4,920 <sup>b</sup>   | (32,550)   |
| 40 mm CUADRADOS   | (4,335)                         | (12,55) <sup>b</sup> | (12,55) <sup>b</sup> | (213,300)  |
| 60 mm CUADRADOS   | (10,05)                         | (29,11) <sup>b</sup> | (29,11) <sup>b</sup> | (1.080.000)  |
| 65 mm CUADRADOS   | 11,79                           | (34,16) <sup>b</sup> | (34,16) <sup>b</sup> | 1.487.600  |
| E MÓDULO DE ELASTICIDAD libras/pulg. <sup>2</sup> (kg/mm <sup>2</sup> ) | 10.000.000 (7.000)              | 30.000.000 (21.100)  | 28.000.000 (19.700)  |  |

Fuente: Manual de bandas industriales Intralox (2021)

$$W_{eje} = \left( 1449.1 \frac{kg}{m} + 4.92 \frac{kg}{m} \right) \times 0.55 m$$

$$W_{eje} = 799.8 kg$$

Dando como resultado una carga de 799.8 kg de parte del eje motriz para el diseño del prototipo.

#### 3.5.4.2. Par de torsión del eje motriz

El eje motriz también debe ser lo suficientemente fuerte para transmitir el par de torsión por el motor para superar el arrastre requerido para mover la banda y el producto. El eje está expuesto a esfuerzos cortantes debido a la torsión, que son aún más críticos en las chumaceras junto al motor. Para calcular los esfuerzos y el par de torsión máximo recomendado de un eje motriz, la Figura 23 tiene como objetivo determinar el par motor máximo recomendado de un eje motriz para un diámetro final y material del eje determinados.

**Ecuación 11 Par de torsión del eje motriz**

|   |   |
|---|---|
| $T_0 = T_{Banda} * x A_{banda} x \frac{P.D}{2}$ | Donde:  |
|   | $T_0$ : Par de torsión del eje motriz         |
|   | $T_{Banda} *$ : Tracción de la banda ajustada |
|   | $P.D$ : Diámetro de paso del engranaje        |
|   | $A_{banda}$ : Ancho de la banda               |

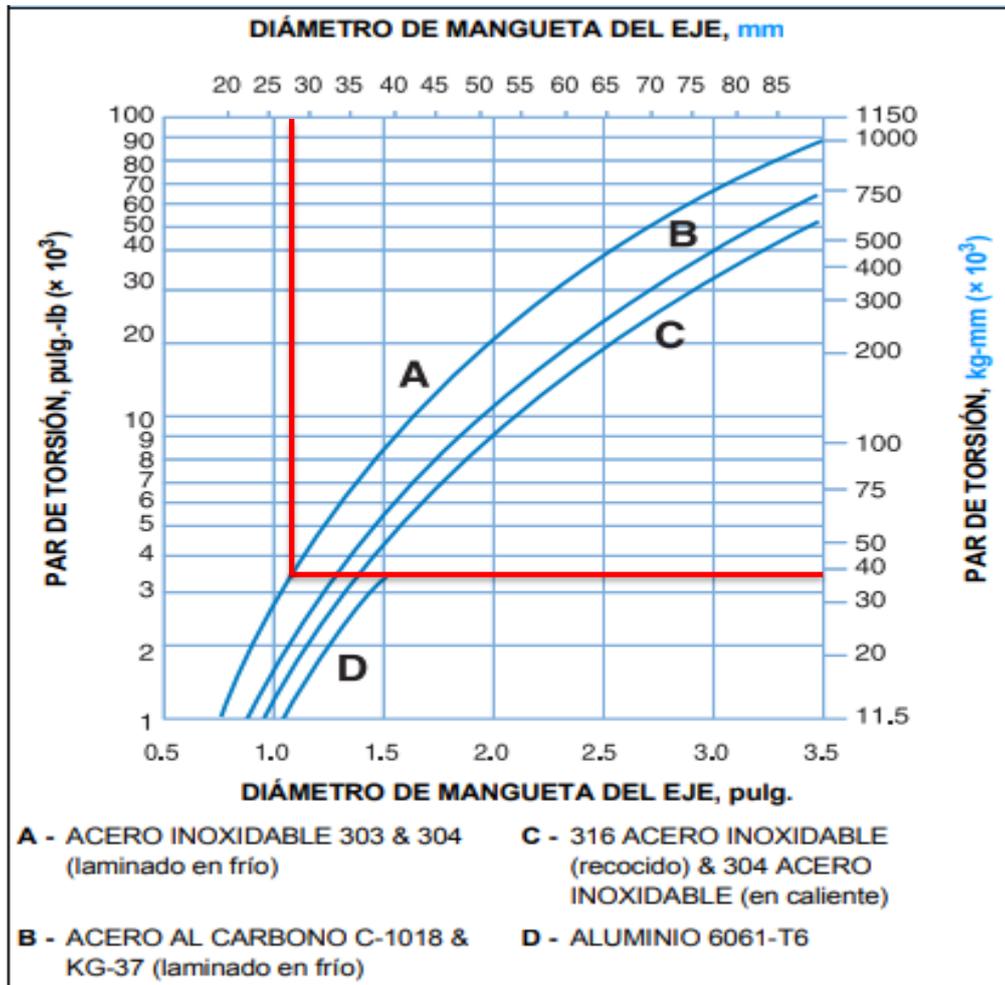
Nota: P.D representa el diámetro de paso del engranaje en pulgadas (Tabla 6), dado que el par de torsión se trabaja en esas medidas para determinarla por medio de la Figura 23

$$T_0 = \left( 1449.15 \frac{kg}{m} \times 0.55 m \right) \times \frac{97}{2} mm$$

$$T_0 = 38656.1 kg - mm$$

Según el par máximo recomendado del eje motriz, el diámetro mínimo del extremo del eje para 38656.1 kg-mm de par sería de aproximadamente 30 mm, tal como se muestra en la Figura 45.

Figura 43 Par torsión máximo recomendado para el eje motriz



Fuente: Manual de bandas industriales Intralox (2021)

### 3.5.4.3. Potencia necesaria para accionar la banda

La potencia necesaria para mover la banda y los desechos sólidos en la playa se puede obtener con la siguiente ecuación:

#### Ecuación 12 Potencia para accionar banda

|   |  |
|---|--|
| $Potencia = \frac{T_{Banda} * x A_{banda} x V}{6.12}$ | Donde:                                       |
|   | $T_{Banda}$ *: Tracción de la banda ajustada |
|   | $A_{banda}$ : Ancho de la banda              |
|   | $V$ : Velocidad de la banda                  |

$$Potencia = \frac{1449.1 \text{ kg/m} \times 0.55 \text{ m} \times 5.3 \text{ m/min}}{6.12}$$

$$Potencia = 690.22 \text{ Watts}$$

Teniendo como resultado que la potencia requerida para accionar la banda con los desechos sólidos hacia el punto final será de 690.22 Watts

#### 3.5.4.4. Selección del motor

Luego de determinar los principales componentes para la funcionabilidad del sistema recolector de desechos sólidos se procede con la selección del motor, para aquello, en primer lugar, se deben establecer los parámetros de selección ya que, se quiere analizar entre la aplicación de un motor o un motor y reductor.

Tabla 18 *Parámetros de selección para el motor de la banda transportadora*

| Parámetros de selección                                     | Solo motor | Con motorreductor |
|---|------------|-------------------|
| Velocidades bajas   | 10         | 7                 |
| Eficiencia en transmisión de potencia para desechos sólidos | 9          | 9                 |
| Facilidad de instalación al diseño                          | 9          | 6                 |
| Facilidad de mantenimiento                                  | 8          | 8                 |
| Espacio de instalación                                      | 8          | 4                 |
| Costos bajos  | 7          | 6                 |
| Ponderación total   | 51         | 40                |

**Fuente:** Elaboración propia

De acuerdo con los resultados de la ponderación presentados en la tabla 18, la mejor opción para el diseño del prototipo propuesto es la aplicación de un motor, ya que, comprende una mejor y fácil instalación dado que se ajusta a las dimensiones del diseño, abarca en mayor magnitud los requerimientos para el funcionamiento de la máquina.

#### 3.5.4.5. Potencia del motor

Para el cálculo y obtención de la potencia del motor se debe añadir a la potencia calculada, las pérdidas de potencia necesarias para superar las deficiencias mecánicas entre otras ineficiencias del sistema, mismos que se muestran en la tabla 16.

Tabla 19 Eficiencia perdida

| ELEMENTO DE MAQUINARIA               | PROMEDIO DE PÉRDIDAS DE EFICACIA MECÁNICA |
|--------------------------------------|---|
| Cojinetes de manguito comunes        | Del 2% al 5%                              |
| Rodamientos                          | 1%  |
| Reductores de engranajes:            |   |
| Engranajes helicoidales o rectos     |   |
| Reducción simple                     | 2%  |
| Reducción doble                      | 4%  |
| Reducción triple                     | 5%  |
| Engranajes de tornillo sin fin       |   |
| Reducción simple                     | 5%  |
| Reducción doble                      | Del 10% al 20%                            |
| Cadenas de rodillos                  | Del 3% al 5%                              |
| Bandas V                             | Del 2% al 4%                              |
| Sistemas de accionamiento hidráulico | consulte al fabricante                    |

**Fuente:** Elaboración propia

Para lo cual se aplica la siguiente formula, cabe aclarar que el 11% corresponde a la sumatoria de las posibles pérdidas en el prototipo:

**Ecuación 13 Potencia del motor**

|  |   |
|--|---|
| $Potencia\ del\ motor = \frac{Potencia}{100 - \%}$ | Donde:  |
|  | <i>Potencia</i> : Potencia para accionar la banda |
|  | %: Porcentaje respecto a las pérdidas de eficacia |

$$Potencia\ del\ motor = \frac{690.22\ Watts}{100 - 11} \times 100$$

$$Potencia\ del\ motor = 775.5\ Watts$$

Se procede a dividir los 775.5 watts del motor para 746 y obtener la potencia en HP

$$Potencia\ del\ motor = \frac{775.5\ Watts}{746}$$

$$Potencia\ del\ motor = 1.03 \cong 1\ HP$$

El diseño del prototipo propuesto deberá abarcar una potencia de mínimo 1 HP para desempeñar debidamente su propósito funcional, la tabla 16 presenta los datos técnicos del motor seleccionado.

Tabla 20 *Ficha técnica del motor de 1 HP seleccionado*

| Potencia                   |      | Carcasa | Par nominal Tn (kgfm) | Corriente con rotor trabado I/In | Par con rotor trabado T/In | Par Máximo Tb/Tn | Momento de Inercia J (kgm <sup>2</sup> ) | Tiempo máximo con rotor trabado (s) | Peso (kg) | Nivel de ruido dB (A) | RPM  | % de la potencia nominal |      |      |                    |      |      | Corriente nominal In (A) |       |
|----------------------------|------|---------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------|--|-------------------------------------|-----------|-----------------------|------|--------------------------|------|------|--------------------|------|------|--------------------------|-------|
| KW                         | HP   |         |                       |                                  |                            |                  |  |                                     |           |                       |      | Rendimiento              |      |      | Factor de potencia |      |      | 220 V                    | 440 V |
|                            |      |         |                       |                                  |                            |                  |  |                                     |           |                       |      | 50                       | 75   | 100  | 50                 | 75   | 100  |                          |       |
| <b>II Polos</b>            |      |         |                       |                                  |                            |                  |  |                                     |           |                       |      |                          |      |      |                    |      |      |                          |       |
| 0,12                       | 0,16 | 63      | 0,041                 | 3,3                              | 0,7                        | 2,1              | 0,0002                                   | 20                                  | 9,0       | 47                    | 2820 | 33,0                     | 43,0 | 51,0 | 0,80               | 0,86 | 0,92 | 1,16                     | 0,580 |
| 0,18                       | 0,25 | 63      | 0,061                 | 6,5                              | 2,6                        | 2,5              | 0,0002                                   | 5                                   | 10,3      | 47                    | 2890 | 37,2                     | 47,8 | 54,5 | 0,82               | 0,88 | 0,90 | 1,67                     | 0,835 |
| 0,25                       | 0,33 | 63      | 0,085                 | 5,8                              | 2                          | 2,1              | 0,0002                                   | 5                                   | 10,5      | 47                    | 2870 | 43,1                     | 53,6 | 59,5 | 0,76               | 0,85 | 0,95 | 2,02                     | 1,01  |
| 0,37                       | 0,5  | 71      | 0,123                 | 8,5                              | 2,4                        | 2,9              | 0,0005                                   | 6                                   | 13,0      | 57                    | 2930 | 51,0                     | 62,0 | 69,5 | 0,72               | 0,82 | 0,86 | 2,82                     | 1,41  |
| 0,55                       | 0,75 | 71      | 0,183                 | 7,5                              | 2,2                        | 2,2              | 0,0006                                   | 5                                   | 13,5      | 57                    | 2920 | 52,8                     | 63,5 | 71,5 | 0,87               | 0,94 | 0,97 | 3,61                     | 1,80  |
| 0,75                       | 1    | 80      | 0,251                 | 7,6                              | 2,1                        | 2,4              | 0,0010                                   | 9                                   | 18,0      | 62                    | 2915 | 60,5                     | 71,7 | 75,0 | 0,62               | 0,84 | 0,89 | 5,11                     | 2,56  |
| 1,1                        | 1,5  | 80      | 0,374                 | 6,3                              | 2,3                        | 2,0              | 0,0011                                   | 11                                  | 19,0      | 62                    | 2865 | 69,0                     | 77,9 | 78,6 | 0,70               | 0,91 | 0,94 | 6,77                     | 3,39  |
| 1,5                        | 2    | 90S     | 0,504                 | 7,3                              | 2                          | 2,2              | 0,0022                                   | 7                                   | 24,0      | 66                    | 2900 | 73,9                     | 79,2 | 80,0 | 0,85               | 0,90 | 0,94 | 9,07                     | 4,54  |
| 2,2                        | 3    | 90L     | 0,740                 | 6,8                              | 2,3                        | 2,1              | 0,0028                                   | 6                                   | 27,0      | 66                    | 2895 | 75,5                     | 80,0 | 80,0 | 0,90               | 0,93 | 0,96 | 13,1                     | 6,53  |
| 3                          | 4    | 100L    | 1,01                  | 6,1                              | 1,95                       | 2,1              | 0,0070                                   | 6                                   | 40,0      | 69                    | 2895 | 75,0                     | 80,5 | 81,0 | 0,89               | 0,95 | 0,96 | 17,5                     | 8,77  |
| 3,7                        | 5    | 112M    | 1,24                  | 8,0                              | 2,4                        | 2,5              | 0,0095                                   | 6                                   | 48,5      | 69                    | 2910 | 82,0                     | 85,2 | 85,0 | 0,93               | 0,95 | 0,97 | 20,4                     | 10,2  |
| 5,5                        | 7,5  | 132M    | 1,85                  | 7,7                              | 2,4                        | 2,6              | 0,0234                                   | 6                                   | 71,0      | 69                    | 2900 | 80,7                     | 84,7 | 85,0 | 1,00               | 1,00 | 0,99 | 29,8                     | 14,90 |
| 7,5                        | 10   | 132M    | 2,50                  | 9,0                              | 1,8                        | 3,1              | 0,0288                                   | 6                                   | 80,0      | 69                    | 2920 | 82,7                     | 85,8 | 86,0 | 0,94               | 0,96 | 0,97 | 41,0                     | 20,50 |
| 9,2                        | 12,5 | 132M/L  | 3,07                  | 8,5                              | 1,7                        | 2,9              | 0,0342                                   | 6                                   | 88,5      | 69                    | 2920 | 86,1                     | 88,3 | 88,0 | 0,99               | 0,99 | 0,99 | 48,0                     | 24,0  |
| <b>IV Polos</b>            |      |         |                       |                                  |                            |                  |  |                                     |           |                       |      |                          |      |      |                    |      |      |                          |       |
| 0,18                       | 0,25 | 71      | 0,121                 | 5,8                              | 3,8                        | 2,6              | 0,0008                                   | 12                                  | 13,2      | 53                    | 1450 | 38,8                     | 49,0 | 55,5 | 0,56               | 0,64 | 0,73 | 2,02                     | 1,01  |
| 0,25                       | 0,33 | 71      | 0,169                 | 6,4                              | 4                          | 2,3              | 0,0009                                   | 9                                   | 13,7      | 53                    | 1440 | 42,7                     | 53,0 | 59,0 | 0,65               | 0,73 | 0,78 | 2,47                     | 1,23  |
| 0,37                       | 0,5  | 71      | 0,254                 | 5,9                              | 2,8                        | 1,8              | 0,0009                                   | 16                                  | 14,1      | 53                    | 1420 | 53,0                     | 62,5 | 67,0 | 0,73               | 0,80 | 0,87 | 2,89                     | 1,45  |
| 0,55                       | 0,75 | 80      | 0,368                 | 6,6                              | 2,1                        | 2,3              | 0,0030                                   | 7                                   | 18,3      | 53                    | 1455 | 52,2                     | 61,7 | 66,5 | 0,56               | 0,69 | 0,78 | 4,82                     | 2,41  |
| 0,75                       | 1    | 80      | 0,509                 | 6,5                              | 2,1                        | 1,9              | 0,0032                                   | 6                                   | 18,7      | 53                    | 1435 | 61,0                     | 68,3 | 70,0 | 0,75               | 0,86 | 0,92 | 5,20                     | 2,60  |
| 1,1                        | 1,5  | 90S     | 0,744                 | 6,6                              | 2                          | 1,9              | 0,0055                                   | 9                                   | 25,5      | 56                    | 1440 | 63,1                     | 70,8 | 73,5 | 0,90               | 0,94 | 0,95 | 7,16                     | 3,58  |
| 1,5                        | 2    | 90L*    | 1,01                  | 7,5                              | 2,4                        | 1,9              | 0,0066                                   | 6                                   | 28,0      | 56                    | 1450 | 65,8                     | 73,3 | 75,5 | 0,94               | 0,96 | 0,97 | 9,32                     | 4,66  |
| 2,2                        | 3    | 100L    | 1,48                  | 6,7                              | 2                          | 2,2              | 0,0097                                   | 10                                  | 38,5      | 56                    | 1450 | 73,9                     | 79,5 | 77,5 | 0,84               | 0,90 | 0,93 | 13,9                     | 6,94  |
| 3                          | 4    | 112M    | 2,04                  | 6,7                              | 2,4                        | 2,4              | 0,0164                                   | 9                                   | 49,0      | 58                    | 1430 | 72,4                     | 78,0 | 78,5 | 0,81               | 0,91 | 0,93 | 18,7                     | 9,36  |
| 3,7                        | 5    | 132M    | 2,49                  | 6,5                              | 2,5                        | 2,4              | 0,0357                                   | 6                                   | 67,0      | 61                    | 1450 | 70,0                     | 76,7 | 79,0 | 0,89               | 0,94 | 0,95 | 22,4                     | 11,2  |
| 5,5                        | 7,5  | 132M    | 3,69                  | 7,0                              | 2,9                        | 2,5              | 0,0543                                   | 6                                   | 82,2      | 61                    | 1450 | 73,7                     | 79,5 | 81,5 | 0,89               | 0,93 | 0,95 | 32,2                     | 16,1  |
| 7,5                        | 10   | 132M*   | 5,07                  | 6,0                              | 2,7                        | 2,5              | 0,0543                                   | 6                                   | 86,5      | 61                    | 1440 | 77,0                     | 81,9 | 83,0 | 0,85               | 0,91 | 0,93 | 44,2                     | 22,1  |
| <b>Carcasas opcionales</b> |      |         |                       |                                  |                            |                  |  |                                     |           |                       |      |                          |      |      |                    |      |      |                          |       |
| 0,37                       | 0,5  | 80      | 0,245                 | 6,0                              | 2,0                        | 2,8              | 0,0024                                   | 6                                   | 16,0      | 53                    | 1470 | 40,0                     | 50,0 | 57,0 | 0,54               | 0,65 | 0,75 | 3,94                     | 1,97  |
| 3,7                        | 5    | 112M*   | 2,52                  | 6,0                              | 2,3                        | 2,2              | 0,0184                                   | 7                                   | 51,0      | 58                    | 1430 | 72,5                     | 78,2 | 78,5 | 0,81               | 0,88 | 0,91 | 23,6                     | 11,8  |

Fuente: Manual de bandas industriales Intralox (2021)

## 4. CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Luego de diseñar el prototipo la maquina limpiadora automatizada propuesta para el cantón Salinas para su futura implementación, el resultado es una máquina cuyo sistema permita recolectar todo tipo desperdicio solido presente en la playa, con la finalidad de almacenarlo en un depósito temporal propio del diseño propuesto, hasta su disposición final de parte de las autoridades ambientales en el cantón Salinas.

#### 4.1. Propiedades técnicas

Las propiedades técnicas del prototipo diseñado se describen en detalle para los sistemas principales de la propuesta, desde los datos generales del diseño, como la funcionalidad, estructura, entre otros, hasta el sistema de banda transportadora pro donde se transportan los desechos sólidos, siendo las principales funciones del prototipo.

##### 4.1.1. Datos generales del diseño

De acuerdo a los resultados arrojados por los cálculos aplicados para el diseño del prototipo de la máquina limpiadora, se obtuvo las siguientes características técnicas de la misma como capacidad de almacenamiento, material de estructura entre otros aspectos como lo muestra la tabla 21.

Tabla 21 *Características técnicas del prototipo*

|   |  |
|---|--|
| Capacidad de almacenamiento                   | 150 kg   |
| Gama de trabajo                               | Desechos salidos de material variado como plástico, vidrio, metales, papeles y orgánicos |
| Material de la estructura                     | Acero negro galvanizado  |
| Material del compartimiento de almacenamiento | Acero inoxidable   |

**Fuente:** Elaboración propia

##### 4.1.2. Características de la banda

Por su parte los cálculos aplicados para la selección y diseño de la banda trasportadora, arrojaron datos importantes para el buen desempeño del prototipo, como

la capacidad máxima de carga, la potencia para accionar la banda y para ponerla en marcha, al igual que la velocidad, entre otras características que son presentados en la tabla 22.

Tabla 22 *Características técnicas de la banda*

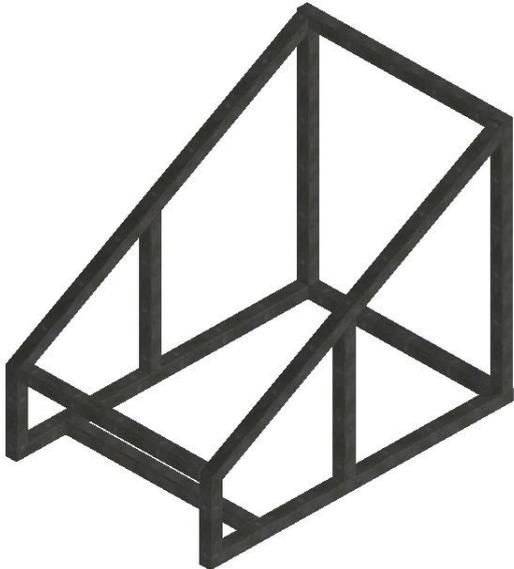
|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| Material de la banda  | Polipropileno            |
| Capacidad de carga    | 100 kg/h                 |
| Potencia requerida    | 1 HP                     |
| Cadena de transmisión | 3.03 m con 238 eslabones |
| Velocidad de la banda | 5.34 m/min               |

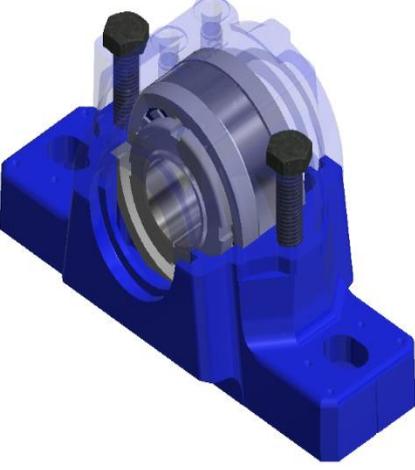
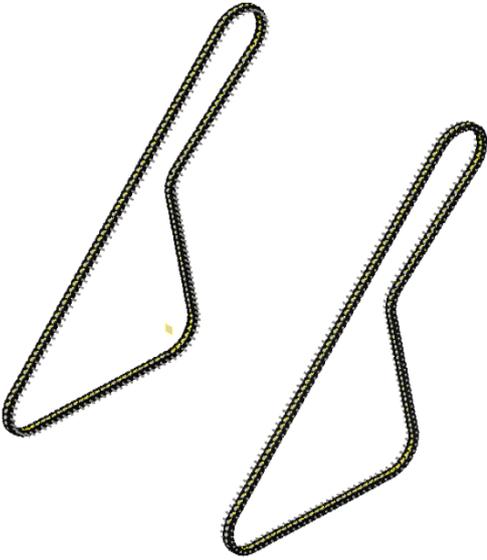
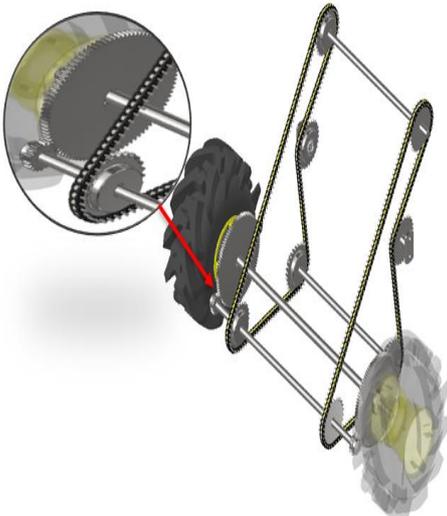
**Fuente:** Elaboración propia

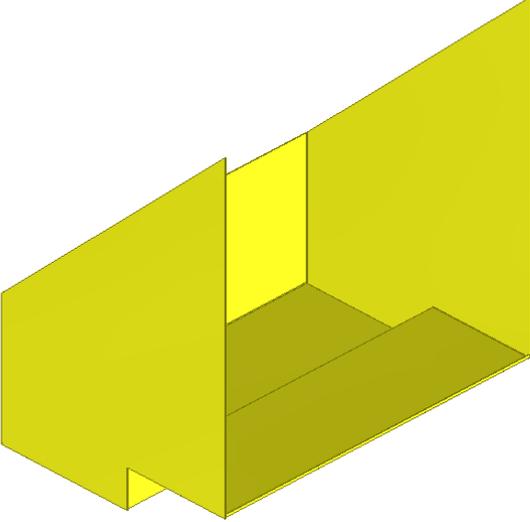
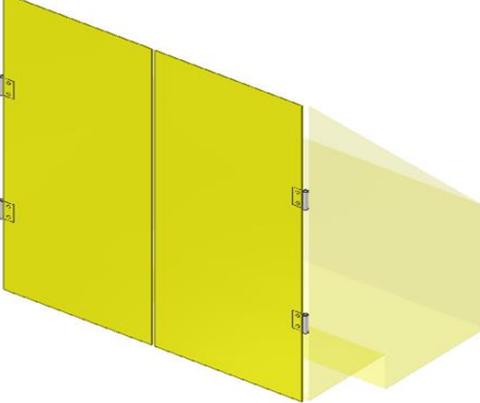
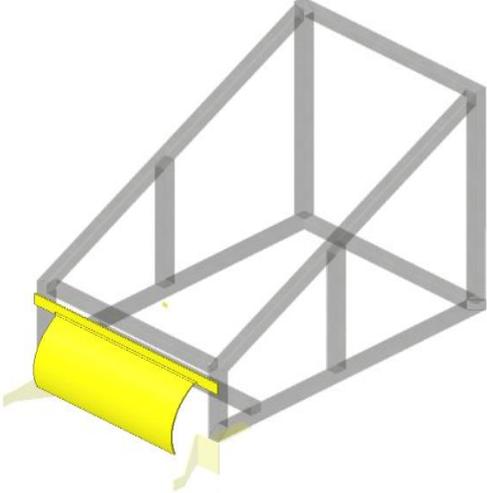
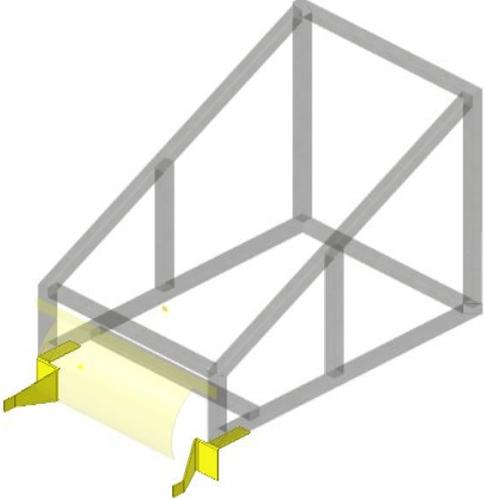
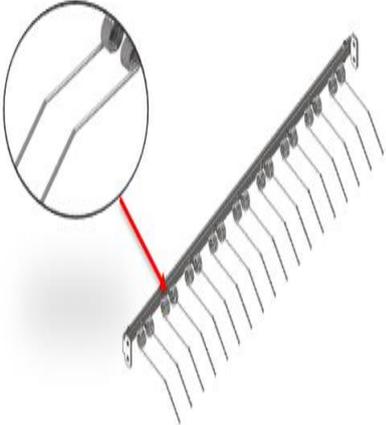
#### 4.1.3. Diseño final del prototipo de máquina automatizada para recolectar desechos sólidos

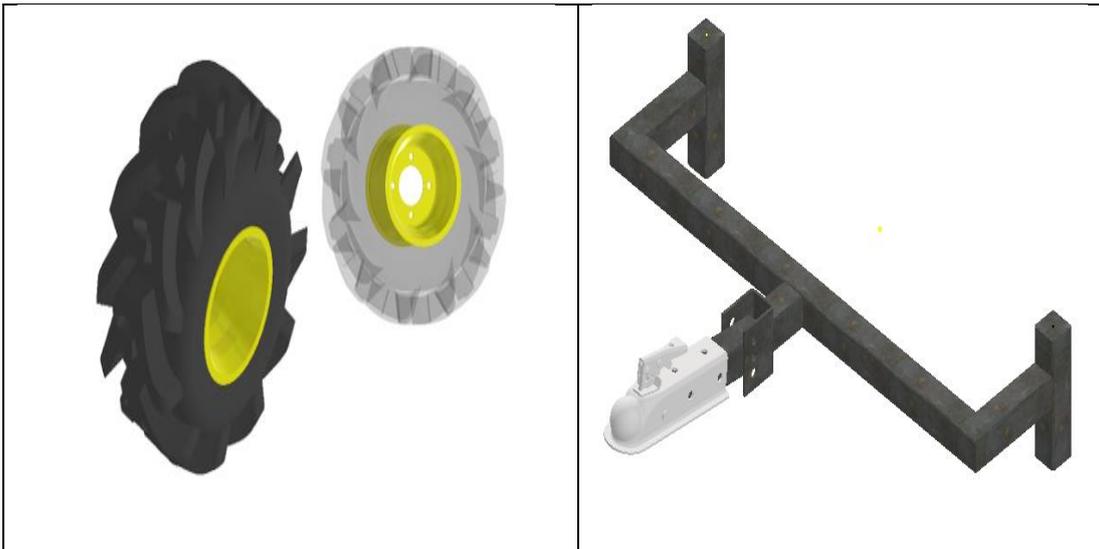
Teniendo en consideración las características técnicas del prototipo y de la banda, dicha información sirvió como base para el correcto diseño de sus principales componentes, como la estructura, la banda de transporte, el motor, el mecanismo de arrastre entre otros, como se presenta en la tabla 23.

Tabla 23 *Diseño final del prototipo*

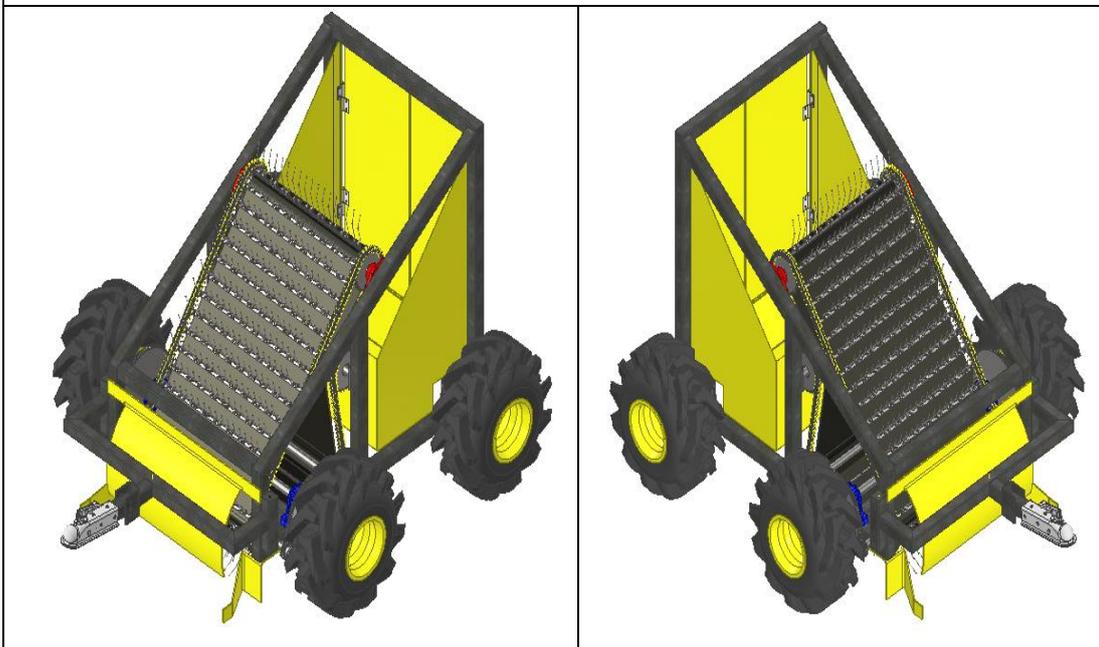
| Estructura  | Banda transportadora de polipropileno  |
|---|--|
|  |  |
|   |  |

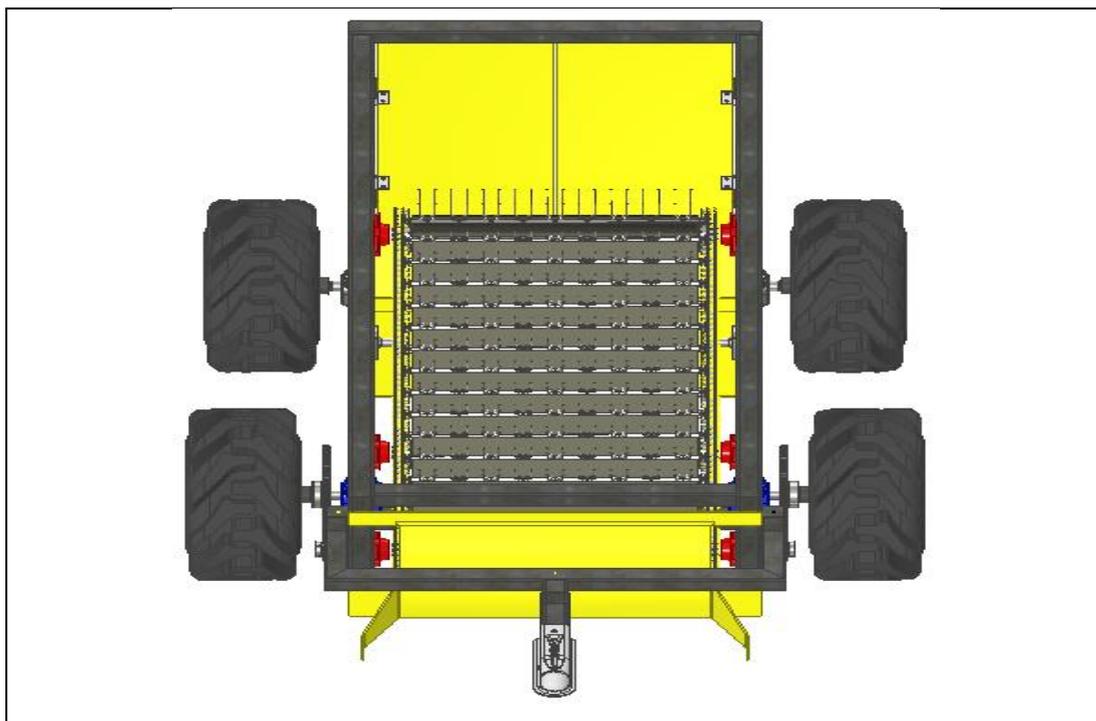
|  |   |
|--|---|
| <b>Eje motriz</b>  | <b>Rodamiento SKF 62200 2RS1</b>  |
|   |   |
| <b>Cadena de transmisión</b>   | <b>Sistema de transmisión por piñones</b>   |
|  |  |
| <b>Estructura de almacenaje</b>  | <b>Depósito de almacenamiento</b>   |

|   |  |
|---|--|
|    |    |
| <p><b>Compuerta de recolección</b></p>  | <p><b>Guías de recolección</b></p>   |
|   |   |
| <p><b>Sistema de garras recolectoras</b></p>  | <p><b>Motor 1 HP</b></p>   |
|  |  |
| <p><b>Ruedas</b></p>  | <p><b>Tren de arrastre</b></p>   |



**Diseño Final**





**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.2. Costo de implementación

Luego de establecer el diseño se tiene conocimiento de los principales componentes y piezas por las que se debe invertir para para considerar un presupuesto en caso de futuros proyectos, la tabla 24 detalla los montos necesarios para la inversión.

Tabla 24 *Presupuesto para el prototipo*

| Descripción   | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|---|----------|----------------|-------------|
| Motor eléctrico 1HP                                   | 1        | \$ 450,00      | \$ 450,00   |
| Cinta transportadora de polipropileno (por metro)     | 3        | \$ 16,60       | \$ 49,80    |
| Piñones de 4" 30 dientes                              | 2        | \$ 49,70       | \$ 99,40    |
| Piñones de 3" 24 dientes                              | 8        | \$ 23,10       | \$ 184,80   |
| Eje acero inox. 1"x600mm                              | 1        | \$ 98,81       | \$ 98,81    |
| Tubo cuadrado acero galvanizado 50x50mmx6m<br>e=1.5mm | 3        | \$ 28,1        | \$ 84,30    |

|                             |   |             |                    |
|-----------------------------|---|-------------|--------------------|
| Eje acero inox 1 1/2"x460mm | 1 | \$ 42,00    | \$ 42,00           |
| Plancha acero inox e=0,3 mm | 2 | \$ 85,05    | \$ 170,10          |
| Rodamiento SKF 62200 2RS1   | 2 | \$ 13,80    | \$ 27,6            |
| Automatización              | 1 | \$ 1.200,00 | \$ 1.200,00        |
| Pernos/Tuercas              | - | -           | \$ 75,00           |
| <b>SUBTOTAL</b>             |   |             | \$ 2.481,81        |
| <b>IVA (12%)</b>            |   |             | \$ 297,81          |
| <b>TOTAL</b>                |   |             | \$ <b>2.779,62</b> |

**Fuente:** Elaboración propia

Para determinar el valor total de la inversión se toman los montos obtenidos de los costos de materiales y los trabajos de automatización requeridos para el prototipo, se procede a sumar cada uno de estos valores, arrojando una inversión total de \$ 2.779,62.

## CONCLUSIONES

Se diagnosticó la situación actual de la playa de Chipipe, un alto grado de contaminación de parte de los turistas, moradores de la zona, muchos de estos desconocen sobre las leyes ambientales y los requisitos exigidos por los mandatarios por ende no se conoce sobre la degradación de los desechos que arrojan a la playa, los cuales terminan en el mar perjudicando el medio ambiente.

Se calculó las características técnicas de los principales componentes de la máquina limpiadora automatizada donde se obtuvo una capacidad 150 kg, con una estructura de acero negro galvanizado y acero inoxidable para el comportamiento de almacenamiento, respecto a la banda transportadora los cálculos indican que puede trabajar con motor eléctrico de 1 HP de potencia, siendo estos los datos de mayor trascendencia en el diseño del prototipo propuesto. El diseño del prototipo limpiador de desechos sólidos consta de un sistema de garras recolectoras, las cuales deben cumplir con las funciones arrastre de desechos, conduciéndolos hacia la compuerta y guías de recolección, que dan paso a la banda transportadora, donde el material más idóneo en cuanto a la resistencia a altas temperaturas y abrasión fue el polipropileno, cuya capacidad de carga máxima será de 100 kg/h.

Se determinó los costos tanto el diseño e implementación de la máquina limpiadora de desechos sólidos dio un valor de \$ 2.779,62, esto principalmente al bajo costo de los materiales requeridos y a las dimensiones del mismo prototipo, siendo un monto accesible para el desarrollo de futuros proyectos relacionados con la recolección y disminución de desechos sólidos en las playas de Chipipe.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda trabajar con registros del municipio de Salinas para tener un mayor reconocimiento de la cantidad de desechos que se generan en la playa de Chipipe y de esta manera realizar una mejor gestión en desechos sólidos y a su vez inculcar la leyes ambientales vigentes por el gobierno.

Se recomienda aplicar manuales de diseño de bandas transportadoras y de rendimiento de materiales para garantizar el correcto calculo y uso de dichos componentes del diseño durante su implementación e identificar las principales necesidades durante el ensamble. Además, es recomendable considerar el material de la banda transportadora al momento de trabajar con cualquier tipo de desecho debe ser lo menos perjudicial para disponer de una vida útil prolongada de la banda seleccionada.

Se recomienda establecer los valores de inversión de cada pieza y componente a utilizar para el diseño e implementación del prototipo con la finalidad de evadir indicadores de costo beneficio negativos luego de su implementación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alfonso, M. B., Arias, A. H., Menéndez, M. C., Ronda, A. C., Harte, A., Piccolo, M. C., & Marcovecchio, J. (2021). Assessing threats, regulations, and strategies to abate plastic pollution in LAC beaches during COVID-19 pandemic. . *Ocean & Coastal Management*, 208, 105613.
- Alonso, M. (2016). *Investigación de Mercados: Manual universitario*. España: Diaz de Santo .
- Andrade, M., Cano, Y., Cortes, J., & Romero, L. (2019). APLICACIÓN DE MATERIALES DIDÁCTICOS SUSTENTADOS EN EL MÉTODO FÓNICO-ANALÍTICO-SINTÉTICO PARA DESARROLLAR LA LECTO-ESCRITURA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA. *Revista Cognosis*, 2588.
- Andrejiova, M., Grincova, A., & Marasova, D. (2019). Failure analysis of the rubber-textile conveyor belts using classification models. *Engineering Failure Analysis*, 101, 407-417.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta.* Caracas: Editorial Episteme.
- Blanco, M. (2018). *Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contextos de comunidades en desarrollo*.
- Brotons, P. (2006). *CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS*. MADRID: Editorial Club Universitario.
- Callister, W. (2020). *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales: Vol. I (Vol. 1)*. Reverté.
- Dos Reis, J., Pacheco, L., León, J., Lezama, J., Diaz, D., & López, I. (2013). *Robot autónomo de recolección de latas en arena*.
- Erokhin, M., Pastukhov, A. G., & Kazantsev, S. P. (2019). Operability assessment of drive shafts of John Deere tractors in operational parameters. *Engineering for Rural Development*, 17, 28.
- González, G., & Falcón, C. (2015). Geometría racional de engranajes cilíndricos con elevada resistencia a picadura según norma AGMA 2101. *Ideas de ciencias* 24(43).
- Harper, G. (1999). *Control de motores eléctricos*. Editorial Limusa.

- Hidalgo, L., Imbaquingo, J., & Mideros, D. (2017). Diseño e implementación de una máquina recicladora de botellas plásticas por corte, controlada automáticamente. *Enfoque UTE*, 8(5), 89-102.
- Hou, Y. F., & Meng, Q. R. (2008). Dynamic characteristics of conveyor belts. *Journal of China University of Mining and Technology*, 18(4), 629-633.
- Huaman, E. (2014). *Tecnología de bandas transportadoras*.
- Ichimura, T., & Nakajima, S. I. (2016). Development of an autonomous beach cleaning robot “Hirottaro”. *IEEE International Conference on Mechatronics and Automation* (págs. 868-872). IEEE.
- Lindao, C. M. (2018). *La contaminación ambiental de playa La Caleta y su incidencia en el desarrollo del turismo del cantón La Libertad, provincia de Santa Elena, año 2017*. Santa Elena .
- Liu, H. P., Qui, S. T., Gan, Y., Zhang, H., & De, J. Y. (2002). Development of mechanical drive type non-sinusoidal oscillator for continuous casting of steel. *Ironmaking & steelmaking*, 29(3), 180-184.
- Malonda, M. (2019). *Estudio hidrodinámico y diseño del remolque para una dique flotante de 10000 toneladas de desplazamiento*.
- Manzanares, C., Rivera, B., & Rodríguez, F. (2019). *Intervención didáctica con enfoque por competencias para generar pensamiento crítico en la asignatura Filosofía con los estudiantes de 11mo grado del Colegio Parroquial Hermano Pedro Betancourt de Managua*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- Mendoza, H. (2019). *Procesos de producción de estructuras metálicas: una revisión sistemática*.
- Navarro, Á. (2021). *Estudio y diseño de una máquina para la limpieza de playas* .
- Ocean Conservancy. (8 de Septiembre de 2020). <https://oceanconservancy.org>.  
Obtenido de Informe de Ocean Conservancy revela que los envoltorios de comida son los elementos que más se encuentran en playas y vías fluviales en todo el mundo por primera vez en más de tres décadas:  
<https://oceanconservancy.org/news/informe-de-ocean-conservancy-revela-que-los-envoltorios-de-comida-son-los-elementos-que-mas-se-encuentran-en-playas-y-vias-fluviales-en-todo-el-mundo-por-primera-vez-en-mas-de-tres-decadas/>
- Ormaza-González, F., & Castro-Rodas, D. (2020). COVID-19 Impacts on beaches

- and coastal water pollution: Management proposals post-pandemic. *Preprint*.
- Paredes, E. (2019). *Programa de estrategias de investigación en CTA fundamentadas en las teorías de los procesos conscientes y el aprendizaje por descubrimiento para mejorar el desarrollo de capacidades y habilidades en comprensión de información e indagación y experimentaci*. Labayenque: UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO .
- Paredes, G., & Salamea, L. (2015). *Análisis para la implementación de un proyecto de limpieza y recolección mecanizada de desechos sólidos en las playas del cantón General Villamil, provincia del Guayas* .
- Prieto, B. (2018). El uso de los métodos deductivo e inductivo para aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos De Contabilidad*, 18-46.
- Rodríguez, D. (2020). *La evaluación en tecnología e informática en la educación básica secundaria: ¿una práctica formal o formativa?* Bogota : Universidad .
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. LIMA: Universidad Ricardo Palma .
- Tacle-Humanante, P., Moya-Rodríguez, J., & Marty-Delgado, J. (2019). El índice de Robustez como parámetro para evaluar el comportamiento de las transmisiones por engranajes cilíndricos de dientes rectos. *Ingeniería Mecánica*, 22(1) , 57-66.
- Torres, R., & Sampieri, R. (2019). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.
- Vergara, J. (2020). *Desbaste de engranajes cónicos, tipo estándar, en máquina multiejes de control numérico de propósito general*.
- Villacres, K., & Villamar, J. (2017). *Evaluación ambiental a partir de parámetros físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de mar en playas de Chipipe, canton Salinas provincia de Santa Elena* . Santa Elena .
- Warguła, Ł., Wiczorek, B., Kukła, M., Krawiec, P., & Szewczyk, J. W. (2021). The Problem of Removing Seaweed from the Beaches: Review of Methods and Machines. *Water*, 13(5), 736.
- Watanasophon, S., & Ouitrakul, S. (2014). Garbage collection robot on the beach using wireless communications. *Int. Proc. Chem. Biol. Environ. Eng*, 66, 92-96.
- Xue, X., Cheng, K., & Cheung, N. (2008). Selection of electric motor drives for

electric vehicles. *Australasian Universities Power Engineering Conference*  
(págs. 1-6). IEEE.

## ANEXOS

### ANEXO 1 Coeficiente de fricción entre la cinta y el peso a transportar

| MATERIAL DEL ENVASE | MATERIALES ESTÁNDAR <sup>b</sup> |      |                          |      |        |      |           |      |
|---------------------|----------------------------------|------|--------------------------|------|--------|------|-----------|------|
|                     | POLIPROPILENO                    |      | POLIETILENO <sup>c</sup> |      | ACETAL |      | ACETAL EC |      |
|                     | HÚMEDO                           | SECO | HÚMEDO                   | SECO | HÚMEDO | SECO | HÚMEDO    | SECO |
| Vidrio              | 0,18                             | 0,19 | 0,08                     | 0,09 | 0,13   | 0,14 | 0,13      | 0,14 |
| Inoxidable          | 0,26                             | 0,14 | 0,10                     | 0,13 | 0,13   | 0,13 | 0,19      | 0,20 |
| Plástico            | 0,11                             | 0,17 | 0,08                     | 0,08 | 0,13   | 0,16 | 0,13      | 0,16 |
| Cartón              | —                                | 0,21 | —                        | 0,15 | —      | 0,18 | —         | 0,18 |
| Aluminio            | 0,40                             | 0,40 | 0,20                     | 0,24 | 0,33   | 0,27 | 0,33      | 0,27 |

**Nota:** Las bandas que funcionan en seco en un sistema transportador con acumulación de producto pueden, según la velocidad y el peso, desgastar una superficie dura de la banda, lo que podría incrementar de forma sustancial el coeficiente de fricción.

### ANEXO 2 Coeficiente de fricción del arranque entre la guía de desgaste y la banda

| Tabla 2 ( $F_w$ ) COEFICIENTE DE FRICCIÓN DEL ARRANQUE ENTRE LA GUÍA DE DESGASTE Y LA BANDA |                                  |       |                            |       |                 |                   |                 |       |                 |       |
|---|----------------------------------|-------|----------------------------|-------|-----------------|-------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| MATERIAL DE LA GUÍA DE DESGASTE   | MATERIALES ESTÁNDAR <sup>a</sup> |       |                            |       |                 |                   |                 |       |                 |       |
|   | POLIPROPILENO                    |       |                            |       | POLIETILENO     |                   | ACETAL          |       | ACETAL EC       |       |
|   | SUPERFICIE LISA                  |       | ABRASIVA <sup>b</sup> LISA |       | SUPERFICIE LISA |                   | SUPERFICIE LISA |       | SUPERFICIE LISA |       |
|   | HÚMEDO                           | SECO  | HÚMEDO                     | SECO  | HÚMEDO          | SECO              | HÚMEDO          | SECO  | HÚMEDO          | SECO  |
| U.H.M.W.  | 0,11                             | 0,13  | NR                         | NR    | 0,24            | 0,32 <sup>c</sup> | 0,10            | 0,10  | 0,10            | 0,10  |
| H.D.P.E.  | 0,09                             | 0,11  | NR                         | NR    | NR              | NR                | 0,09            | 0,08  | 0,09            | 0,08  |
| Nilón impregnado con molibdeno o silicona   | 0,24                             | 0,25  | 0,29                       | 0,30  | 0,14            | 0,13              | 0,13            | 0,15  | 0,13            | 0,15  |
| Acero inoxidable o al carbono con acabado laminado en frío                                  | 0,26                             | 0,26* | 0,31                       | 0,31* | 0,14            | 0,15*             | 0,18            | 0,19* | 0,18            | 0,19* |

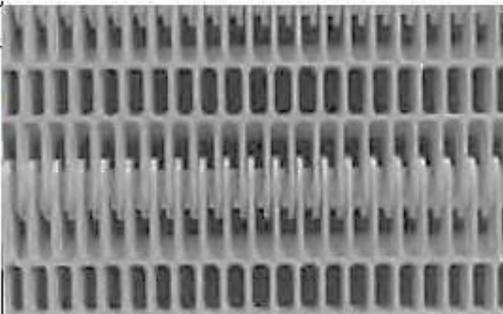
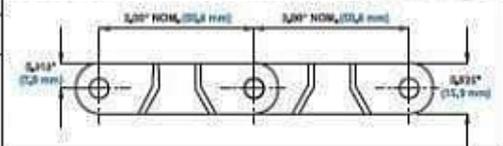
- a. Para obtener información sobre materiales de aplicaciones especiales, consulte las páginas de datos correspondientes.  
b. Según pruebas de Intralox.  
c. Puede producirse un aumento del desgaste a velocidades de la banda superiores a 50 pies por minuto (15 metros/min).

## ANEXO 3 Factor de servicio

| Tabla 5 (SF) FACTOR DE SERVICIO                                      |             |           |
|--|-------------|-----------|
| Arranques sin carga, con carga aplicada gradualmente.                |             | 1,0       |
| Arranques frecuentes bajo carga (más de uno por hora)                | AGREGAR 0,2 | -----     |
| A velocidades superiores a 100 FPM (pies por minuto) (30 metros/min) | AGREGAR 0,2 | 0,2       |
| Transportadores ascendentes  | AGREGAR 0,4 | 0,4       |
| Transportadores por empuje   | AGREGAR 0,2 | 0,2       |
|  |             | TOTAL 1,8 |

**Nota:** Para velocidades superiores a los 50 pies/min (15 m/min) en transportadores que arrancan con acumulación de producto, se recomienda usar motores de arranque suave.

## ANEXO 4 Banda seleccionada

| Tabla 7 Open Hinge  |   |                       |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
|---|---|-----------------------|-------------------------|---|---------------------------------|------|------|---------------------|-------------------|--|--|--|--|--|--|---|---------------------------|---------------------------|------------------|----------------|----------------|
|   |   | puig.                 | mm                      |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Paso  |   | 2,00                  | 50,8                    |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Ancho mínimo  |   | 2                     | 51                      |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Incrementos del ancho   |   | 0,25                  | 6,4                     |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Dimensión de abertura (aproximado)  |   | 0,47 x 0,18           | 11,9 x 4,6              |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Área abierta  |   | 30%                   |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Área de contacto del producto   |   | 40%                   |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Tipo de bisagra   |   | Abierta               |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Método de accionamiento   |   | Accionamiento central |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| <b>Notas sobre el producto</b>  |   |                       |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Póngase siempre en contacto con el departamento de Servicio al Cliente si desea realizar una medida precisa de la banda y comprobar el estado de las existencias antes de diseñar un transportador u ordenar una banda.</li> <li>• Comparte la calificación de servicio pesado con otras bandas de esta serie.</li> <li>• Un área grande y abierta mejora la circulación de aire, el drenaje y la limpieza.</li> <li>• Hay empujadores y guardas laterales disponibles.</li> <li>• La Serie 400 Open Hinge posee vanillas de articulación de doble cabeza por lo que el borde de la banda no es completamente liso.</li> </ul> |   |                       |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| <b>Información adicional</b>  |   |                       |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulte "Proceso de selección de bandas" (página 5)</li> <li>• Consulte "Materiales estándar para las bandas" (página 20)</li> <li>• Consulte "Materiales para aplicaciones especiales" (página 20)</li> <li>• Consulte "Factores de fricción" (página 35)</li> </ul>   |   |                       |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
|   |   |                       |                         |  |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| <b>Datos de la banda</b>  |   |                       |                         |   |                                 |      |      |                     |                   |  |  |  |  |  |  |   |                           |                           |                  |                |                |
| Material de la banda  | Material de las varillas estándar Ø 0,24 puig. (6,1 mm) | CF                    | Resistencia de la banda |   | Rango de temperatura (continuo) |      | P    | Peso de la banda    |                   |  |  |  |  |  |  | Homologación: 1=Blanco, 2=Azul, 3=Natural, 4=Gris |                           |                           |                  |                |                |
|   |   |                       | lb/pie                  | kg/m  | °F                              | °C   |      | lb/pie <sup>2</sup> | kg/m <sup>2</sup> |  |  |  |  |  |  | FDA (EE. UU.)                                     | USDA-FSIS - carnes y aves | USDA Lacteos <sup>a</sup> | CFA <sup>b</sup> | A <sup>c</sup> | J <sup>d</sup> |
| Polipropileno   | Polipropileno   | 1,550                 | 2,300                   | 34 a 220  | 1 a 104                         | 1,16 | 5,55 | *                   | *                 |  |  |  |  |  |  | *   | *                         | *                         | *                | 3              | *              |
| Poliétileno   | Poliétileno   | 950                   | 1,400                   | -50 a 150   | -56 a 65                        | 1,24 | 6,06 | *                   | *                 |  |  |  |  |  |  | *   | *                         | *                         | *                | 3              | *              |

a. Látex: Para ser aprobados por el USDA se requiere el uso de un sistema de limpieza incorporado.  
b. Agencia de Inspección alimentaria de Canadá.  
c. Servicio australiano de Inspecciones por cuarentena.  
d. Ministerio de Sanidad, Trabajo y Bienestar Social de Japón.  
e. Certificado de migración europeo que autoriza el contacto con alimentos en cumplimiento del Reglamento de la UE 10/2011.