



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**EXTENSION LA MANÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA DE PLÁSTICOS  
RECICLABLES AUTOMATIZADA PARA LA ASOCIACIÓN ASOSERMANGUI  
EN EL CANTÓN LA MANÁ”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros  
Electromecánicos.

**AUTORES:**

Rodriguez Chalacan Jhonny Stalin

Sigcha Chitalogro Angel Israel

**TUTOR:**

Ing. MSc. Corrales Bonilla Johnatan Israel

**LA MANA-ECUADOR**

**AGOSTO-2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros Rodríguez Chalacan Johnny Stalin y Sigcha Chitalogro Angel Israel, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA DE PLÁSTICOS RECICLABLES AUTOMATIZADA PARA LA ASOCIACIÓN ASOSERMANGUI EN EL CANTÓN LA MANÁ”, siendo el ING. Corrales Bonilla Johnatan Israel, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Rodríguez Chalacan Johnny Stalin  
C.I: 0941624462



Sigcha Chitalogro Angel Israel  
C.I: 1208113926

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA DE PLÁSTICOS RECICLABLES AUTOMATIZADA PARA LA ASOCIACIÓN ASOSERMANGUI EN EL CANTÓN LA MANÁ”, de Rodriguez Chalacan Johnny Stalin y Sigcha Chitalogro Angel Israel de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, agosto del 2022



ING. Corrales Bonilla Johnatan Israel  
C.C. 0503145518  
**TUTOR**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas– CIYA por cuanto los postulantes: Rodriguez Chalacan Johnny Stalin y Sigcha Chitalogro Angel Israel con el título de Proyecto de Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA DE PLÁSTICOS RECICLABLES AUTOMATIZADA PARA LA ASOCIACIÓN ASOSERMANGUI EN EL CANTÓN LA MANÁ”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 25 marzo del 2022

Para constancia firman:



PhD. Morales Tamayo Yoandrys  
C.I: 175695879-7  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



MSc. Paredes Anchatipán Alex Darwin  
C.I: 050361493-5  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



MSc. Hidalgo Osorio William Armando  
C.I: 050265788-5  
**LECTOR 3 (SECRETARIO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por la vida que nos da, porque gracias a su misericordia tenemos bendiciones, agradezco a mis padres por brindarme su apoyo en todo momento, aun ms en los momentos duros ellos siempre han estado allí junto con mis hermanos, además quiero agradecer a la universidad por permitirme esta oportunidad de superarme y ser un profesional.*

*Agradezco a Dios Por darme vida, salud, sabiduría y fuerza para terminar mis estudios. A toda mi familia por brindarme su apoyo incondicional Un agradecimiento en especial a mi madre que siempre me a brindado su apoyo, y a mi padre que gracias a sus consejos he podido llegar a cumplir una meta más. Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi Por acogerme en sus aulas donde los maestros aportaron con sus conocimientos, para lograr formar y fortalecer los míos, demostrando que día a día se crea y se forma la experiencia para la vida profesional.*

**Angel**

**Johnny**

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicar mis esfuerzos en primer lugar a Dios por ser el promotor de la vida, quiero dedicar a mi madre Graciela Chitalogro y mi padre José Sigcha por ser ese pilar fundamental y mi inspiración además dedico a mis hermanos para que sigan mis pasos y cada día se superen.*

*Al igual dedico mi tesis a Dios, gracias a Él es que hoy estamos aquí, a mis padres por brindarme su apoyo económico e incondicional, al igual a mis compañeros y mis mentores.*

**Angel**

**Johnny**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TÍTULO:** " IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA DE PLÁSTICOS RECICLABLES AUTOMATIZADA PARA LA ASOCIACIÓN ASOSERMANGUI EN EL CANTÓN LA MANÁ".

**Autores:**

Rodriguez Chalacan Johnny Stalin

Sigcha Chitalogro Angel Israel

### RESUMEN

Los desechos sólidos que se generan a diario van aumentando, esto es debió a que la población va en aumento y deben satisfacer sus demandan alimenticio que es la principal causa de los desechos sólidos contaminantes, además de las industrias de plásticos como envases de aceites automotriz, etc. En la asociación ASOSERMANGUI perteneciente al cantón de la maná, cuenta con alrededor de diecisiete socios, por lo que los desechos que se recolectan a diario, son abundantes con respecto al material PET proveniente de las aguas y bebidas embotelladas.

Estos materiales PET al ser difícil de maniobrar por su estructura, y algunos de estos materiales no se alcanza a poder vender, sin pensar que están perdiendo ganancias significativas en su día a día. Por lo que se pretende idear un diseño de una compactadora de desechos automatizada para la asociación, sabiendo que, una compactadora de residuos o compactadora de residuos es una potente máquina cuya función principal es comprimir el residuo que entra haciéndolo más pequeño y permitiendo la entrada de más cantidad de residuo, (Recytrans , 2014).

Para esta investigación se implementará cálculos necesarios para diseñar la compactadora hidráulica de residuos PET creando pacas de 1m x 0.80m x 0.70m, todo esto impulsado con un motor monofásico y difásico de 110V a 10A y 220 a 20A, siendo de 5 HP de potencia con una eficiencia energético del 0.90%.

**Palabras clave:** Compactadora, PET, Residuos sólidos, eficiencia, pacas, hidráulica automatizada.

## ABSTRACT

The solid waste generated each day is increasing since the population is expanding too, and they must satisfy their food demands, which is the principal cause of polluting solid waste, because of the plastic industries, automotive oil containers, and others. The ASOSERMANGUI association, located in La Maná canton, contains about seventeen commercial partners, so the daily collection of waste is abundant concerning to the PET material from bottled water and beverages. These PET materials are difficult to maneuver due to their structure, and some of them cannot be sold, without being aware that they are losing significant profits day by day. Therefore, it is intended to devise a design for an automated waste compactor for the association, taking into consideration that a waste compactor is a powerful machine whose essential function is to compress the waste that enters, making it smaller and allowing the entry of more waste. (Recytrans, 2014).

For this investigation, necessary calculations will be implemented to design the hydraulic PET waste compactor creating bales of 1m x 0.80m x 0.70m, all of this driven by a single-phase and two-phase motor of 110V at 10A and 220 at 20A, with 5 HP of power and energy efficiency of 0.90%.

**Keywords:** Compactor, PET, Solid waste, efficiency, bales, hydraulic, automated.



## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Portada.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4.1. Beneficiarios Directos .....	3
4.2. Beneficiarios Indirectos.....	3
5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General .....	5
6.2. Objetivos Específicos .....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS. ....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Desechos plásticos en el mundo.....	7
8.2. Desechos plásticos en el Ecuador.....	7
8.3. Reciclaje de PET .....	8
8.3.1. Características de los plásticos PET.....	8

8.4.	Compactadoras de plástico .....	9
8.4.1.	Tipos de compactadoras de plásticos .....	9
8.4.2.	Funcionamiento de las compactadoras de plásticos .....	10
8.5.	Máquina de compactadora hidráulica.....	11
8.5.1.	Clasificación de las maquinas hidráulicas.....	11
8.5.2.	Principio de funcionamiento de maquina hidráulica.....	11
8.6.	Hidrodinámica .....	12
8.7.	Mecánica de fluidos.....	12
8.8.	Fluido hidráulico .....	13
8.9.	Densidad.....	13
8.10.	Presión.....	13
8.11.	Viscosidad .....	14
8.12.	Componentes de circuitos hidráulicos.....	14
8.12.1.	Bomba hidráulica .....	14
8.12.2.	Bomba de engranajes.....	15
8.12.3.	Bomba de paletas.....	15
8.12.4.	Bomba con pistones.....	16
8.13.	Filtro .....	17
8.14.	Depósito de aceites .....	17
8.15.	Mangueras flexibles .....	18
8.15.2.	Manómetro .....	18
8.15.3.	Mangueras de presión para circuito hidráulico .....	19
8.16.	Tipos de motores eléctricos.....	19
8.16.1.	Motor de corriente continua .....	19
8.16.2.	Motor de corriente alterna .....	20
8.17.	Válvula limitadora.....	20
8.17.1.	Válvula de distribución .....	20
9.	METODOLOGÍA .....	21
9.1.	Localización. ....	21
10.	PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS: .....	21
11.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
11.1.	Metodología.....	22
11.2.	Tipo de investigación .....	22

11.3.	Métodos .....	23
11.4.	Cálculos para el diseño de la compactadora.....	23
11.4.1.	Cálculos de fuerza necesaria elaborar una paca de 73 kg de peso .....	23
11.4.2.	Cálculo del cilindro hidráulico en diámetro.....	24
11.4.3.	Cálculo de la longitud de carrera del vástago.....	24
11.4.4.	Cálculo de volumen de los cilindros. ....	25
11.4.5.	Cálculo de caudal de aceite necesario para el sistema. ....	25
11.4.6.	Cálculo de la potencia requerida por la bomba .....	25
11.4.7.	Cálculo para el tiempo que tarda en salir el vástago del cilindro.....	26
11.4.8.	Cálculo para la selección de mangueras.....	26
11.4.9.	Cálculo del motor eléctrico .....	26
11.4.10.	Selección del tanque reservorio para el fluido hidráulico .....	26
11.4.11.	Selección del fluido hidráulico.....	27
11.4.12.	Cálculo de la potencia máxima que soporta las vigas del cilindro hidráulico. ....	27
11.4.13.	Cálculo del esfuerzo permisible considerando un factor de seguridad de 2. ....	27
11.4.14.	Cálculo de reacciones y momentos en la viga.....	27
12.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	28
12.1.	Análisis para la implementación de la compactadora automatizada.....	28
12.2.	Simulación de la estructura de la maquina compactadora hidráulica. ....	37
12.3.	Diseño del prototipo de la compactadora .....	39
12.3.1.	Planos de control de la compactadora hidráulica automatizada.....	41
12.3.2.	Planos hidráulicos de la compactadora hidráulica. ....	42
12.3.3.	Diagrama de fuerza. ....	43
12.3.4.	Planos de la compactadora hidráulica automatizada. ....	44
13.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	45
13.1.	Costos directos .....	45
13.2.	Costos indirectos .....	46
13.3.	Inversión total.....	46
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
14.1.	Conclusiones .....	47
14.2.	Recomendaciones.....	47
15.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	48
16.	ANEXOS.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos del proyecto de investigación .....	3
Tabla 2: Actividades y sistemas de tareas con relación a los objetivos. ....	6
Tabla 3: Técnicas e instrumentos de la metodología.....	22
Tabla 4: Presupuesto para la elaboración del proyecto “costos directos” .....	45
Tabla 5: Presupuesto para la elaboración del proyecto “costos indirectos” .....	46
Tabla 6: Presupuesto para la elaboración del proyecto “inversión total” .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Los cinco países que más exportan residuos plásticos a Ecuador .....	7
Figura 2: Compactadora Manual de material reciclado.....	9
Figura 3: Compactadora hidráulica vertical. ....	10
Figura 4: Compactadora hidráulica horizontal .....	10
Figura 5: Vista seccionada de una bomba de engranajes. ....	15
Figura 6. Bombas de paletas.....	16
Figura 7. Bomba con pistones .....	16
Figura 8. Filtros. ....	17
Figura 9. Depósito de aceite .....	17
Figura 10. Mangueras flexibles .....	18
Figura 11. Manómetro .....	19
Figura 12. Mangueras de presión para circuito hidráulico .....	19
Figura 13. Ubicación geográfica de la Asociación ASOSERMANGUI .....	21
Figura 14: Bomba hidráulica KerMan de 5in.....	29
Figura 15: Longitud carrera del vástago.....	29
Figura 16: Visor del nivel de aceite.....	31
Figura 17. Bomba hidráulica. ....	31
Figura 18. Longitud del vástago. ....	32
Figura 19. Manguera hidráulica de alta presión. ....	33
Figura 20. Motor eléctrico de 5HP a 110V y 220V con 1745 revoluciones por minuto.....	33
Figura 21. Reservorio hidráulico.....	34

Figura 22. Diseño estructural de la compactadora hidráulica. ....	37
Figura 23. Desplazamiento milimétrico del pin pasador. ....	38
Figura 24. Tensión máxima permisible del pin pasador del soporte de cilindro hidráulico....	38
Figura 25. Tensión máxima de las vigas que soporta el cilindro hidráulico. ....	39
Figura 26: Planos de control de la compactadora hidráulica automatizada. ....	41
Figura 27: Planos hidráulicos de la compactadora hidráulica. ....	42
Figura 28: Diagrama de fuerza. ....	43
Figura 29: Planos de la compactadora hidráulica automatizada. ....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Evidencias fotográficas del desarrollo del proyecto .....	51
Anexo 2: Hoja de vida del tutor del proyecto de investigación.....	52
Anexo 3: Hoja de vida del estudiante investigador del proyecto .....	53
Anexo 4. hoja de vida del estudiante investigador del proyecto.....	54
Anexo 5: Planos del circuito de control.....	55
Anexo 6: Planos del circuito de fuerza. ....	56
Anexo 7: Diagrama hidráulico .....	57
Anexo 8: Estructura de la maquina compactadora. ....	58
Anexo 9. Aval de traducción de idioma ingles.....	59
Anexo 10. Similitud de contenido.....	60

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculos de fuerza necesaria elaborar una paca de 73 kg de peso.....	23
Ecuación 2. El siguiente paso es calcular el área del cilindro hidráulico.....	24
Ecuación 3. Cálculo del cilindro hidráulico en diámetro.....	24
Ecuación 4. Cálculo de la longitud de carrera del vástago.....	24
Ecuación 5. Cálculo de volumen de los cilindros.....	25
Ecuación 6. Cálculo de caudal de aceite necesario para el sistema.....	25
Ecuación 7. Cálculo de la potencia requerida por la bomba.....	25
Ecuación 8. Cálculo para el tiempo que tarda en salir el vástago del cilindro.....	26
Ecuación 9. Cálculo para la selección de mangueras.....	26
Ecuación 10. Cálculo del motor eléctrico.....	26
Ecuación 11. Selección del tanque reservorio para el fluido hidráulico.....	26
Ecuación 12. Cálculo de la potencia máxima que soporta las vigas del cilindro hidráulico....	27
Ecuación 13. Cálculo del esfuerzo permisible considerando un factor de seguridad de 2.....	27
Ecuación 14. Calcular reacciones.....	27
Ecuación 15. Calcular momento.....	27

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Título del proyecto:**

“Implementación de una compactadora de plásticos reciclable automatizada para la asociación ASOSERMANQUI en el cantón la Maná”

<b>Fecha de inicio:</b>	Marzo del 2022
<b>Fecha de finalización:</b>	Agosto del 2022
<b>Lugar de ejecución:</b>	ASOSERMANGUI
<b>Unidad académica que auspicia:</b>	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
<b>Carrera que auspicia:</b>	Ingeniería Electromecánica
<b>Proyecto de investigación vinculado:</b>	La transferencia tecnológica sustentable como eje fundamental para el desarrollo socio económico y la vinculación social
<b>Equipo de trabajo:</b>	
<b>Tutor del Proyecto:</b>	Ing. Corrales Bonilla Johnatan Israel
<b>Postulante:</b>	Rodriguez Chalacan Johnny Stalin Sigcha Chitalogro Angel Israel
<b>Área de conocimiento:</b>	Ingeniería, Industria y Construcción
<b>Línea de investigación:</b>	Procesos Industriales
<b>Sub líneas de investigación de la carrera:</b>	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos
<b>Núcleo Disciplinar:</b>	Desarrollo de tecnología y procesos de fabricación

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En la asociación de reciclaje ASOSERMANGUI perteneciente al cantón de La Maná, cuenta con alrededor de 17 socios encargados de la parte de recolección de materiales reciclables, por lo que los materiales reciclables que se colectan al día son abundantes con respecto al material PET proveniente de las aguas embotelladas.

Estos materiales PET al ser difícil de maniobrar por su estructura, son desechados al botadero de basura, sin pensar que si se le da un tratamiento adecuado puede generar una ganancia por la venta de estos residuos. Por lo que se pretende idear un diseño de una compactadora de desechos automatizada para la asociación ASOSERMANGUI, sabiendo que, una compactadora de residuos es una maquina muy potente cuya determinada función se basa en comprimir el residuo es decir contrayéndole en el tamaño. (Recytrans, 2014)

Para esta investigación se implementará cálculos necesarios para diseñar la compactadora hidráulica de residuos PET creando pacas de 1m x 0.80m x 0.70m, todo esto impulsado con un motor monofásico y difásico de 110V a 10A y 220V a 20A, siendo de 5 HP de potencia con una eficiencia energético del 0.90%.



### 3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El proceso de reciclaje del material PET es una técnica en la cual no sólo se puede obtener un beneficio ambiental al disminuir la cantidad de material no aprovechable que se acumula en el ambiente, sino también se trata de un sistema de producción en el que muchas personas han encontrado un sustento económico; pero a pesar de esto, actualmente se presentan diferentes dificultades que afectan directamente a estas personas e impactan en los beneficios económicos que se pueden obtener así como en los resultados ambientales.

bajo esta necesidad se ha decidido desarrollar el diseño de una máquina compactadora de botellas de PET de uso manual, destinada a servir como herramienta de apoyo en el proceso de reciclaje, ya sea a nivel doméstico o centros de acopio con producción institucional, a través de la integración de los respectivos estudios técnicos, sociales, económicos y ambientales, que permitan consolidar un diseño que atienda directamente con las necesidades de las personas que actualmente laboran mediante la recuperación del material PET.

### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

#### 4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto son los socios de ASOSERMANGUI.

**Tabla 1:** Beneficiarios directos del proyecto de investigación

Hombres	Mujeres	Total
10	7	17

Elaborado por: Rodríguez Johnny y Angel Sigcha

#### 4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto las personas que desean compactar sus materiales para ahorrar espacio en su almacén de materiales reciclables en el cantón La Maná

## 5. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

En asociación ASOSERMANGUI perteneciente al cantón de La Maná, tiene alrededor de 17 socios, estos recolectan una considerable cantidad de residuos sólidos, pero que no todos son residuos reciclables, causando un impacto visual, además de su gran impacto ambiental al momento de no tratarlos adecuadamente.

Las maquinas en la industria facilitan el trabajo y maximizan el sistema productivo de estas, sea cual fuese, en lo cual existen incontables actividades. Los productos de consumos masivos son productos que luego de ser consumidos, sus restos son desechados, generalmente al medio ambiente, sin pensar en las consecuencias que estos podrían generar. Los envases de lata y los envases de PET, son usados en la industria alimenticia, para almacenar productos comestibles. Los envases de estos como efecto se los desechan y posteriormente se recolecta para ser reciclados.

La recolección de estos envases se realiza en las ciudades para tratar de mitigar los desperdicios existentes en las calles. Para poder llevar todo estos a centros de acopio, que luego harán el pase de todo el material recolectado a plantas que dan un uso adecuado a este tipo de desechos. Estos envases al tener diferentes formas y tamaños, provocan un uso de espacio considerablemente relevante, por lo que es necesario compactarlos, para así reducir su espacio y poder manejarlos de mejor manera.

El cantón La Maná genera abundantes residuos sólidos en su mayoría debido al consumo de bebidas hidratantes como aguas, colas, jugos, etc. Son residuos reciclables, pero ocupan mayor volumen que resultan difícil de maniobrar al momento de tratarlos y muchos de ellos terminan en el botadero sin considerar que se puede compactar reduciendo así su volumen en una sola paca y ganar más espacio al momento de almacenarlos.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1.Objetivo General**

Implementar una compactadora de plásticos reciclable automatizada para la asociación ASOSERMANQUI en el cantón La Maná.

### **6.2.Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión de literatura de las partes que forman las maquinas compactadoras de uso común en las industrias, sus características y sus funciones.
- Diseñar la compactadora automática para compactar bloques de PET de 1mx0.80mx0.70m.
- Construir la máquina compactadora acorde al diseño usando un controlador programable para su automatización.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.

**Tabla 2:** Actividades y sistemas de tareas con relación a los objetivos.

Objetivos Específicos	Tareas	Resultados de la actividad	Descripción de la actividad
1. Realizar una revisión de literatura de las partes que forman las maquinas compactadoras de uso común en las industrias, sus características y sus funciones.	Revisión bibliográfica  Levantamiento de información técnica	Conocimiento de las partes de la compactadora  Definición de las partes, características tipos modelos.	Información bibliográfica
2. Diseñar la compactadora automática para compactar bloques de PET de 1m*0.80m*0.70m*	Recopilación de las partes para conocer el mejor diseño.  Utilización de diferente software para el análisis de compresión y tensión de la máquina.  Software para el diseño de la parte eléctrica	Conocimiento del diseño de la maquina compactadora tanto de la parte mecánica como de la eléctrica	Información bibliográfica  Planos Eléctricos/control  Planos mecánicos
3. Construir la máquina compactadora acorde al diseño usando un controlador programable para su automatización	Construcción de la máquina.  Realizar el control automático usando un PLC  Puesta en marcha	Maquina elaborada  Sistema de control programado funcional  Resultado de funcionamiento	Pruebas de funcionamiento

Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

## 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

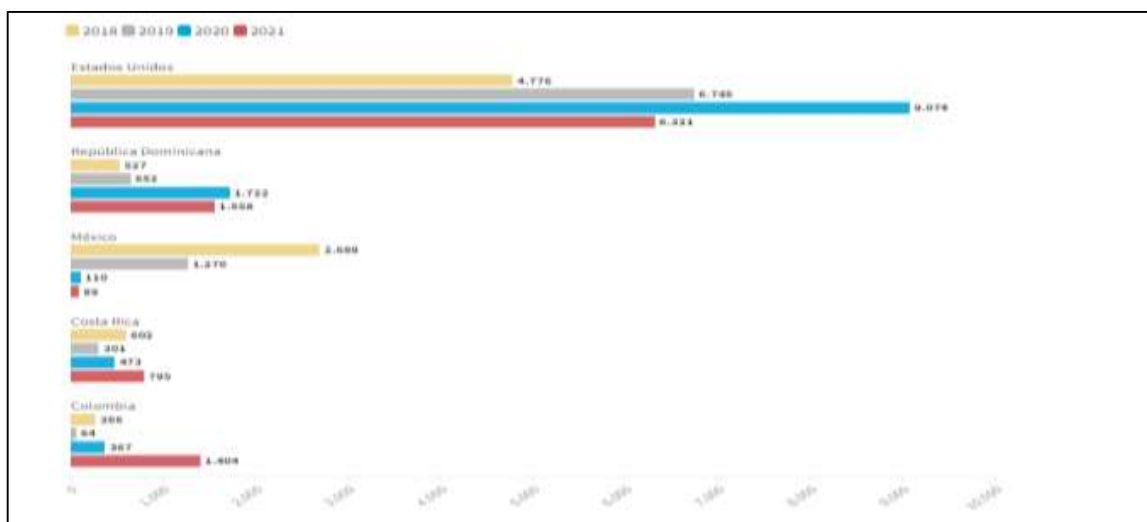
### 8.1. Desechos plásticos en el mundo

El espectacular aumento en el consumo de los plásticos en la sociedad moderna, que se estima que crece un 4% anualmente, se ha producido en paralelo con el desarrollo tecnológico de estos materiales, cuyo uso se ha extendido además de en el campo ya convencional de los envases, en la fabricación de componentes en las industrias de automoción, vivienda, vestido y todo tipo de bienes de consumo. Así el consumo mundial de materiales plásticos ha pasado de los 10 M de Tm en 1978 hasta los 60 M de Tm en el año 2000 de los cuales el 50% corresponde a USA y el resto se reparte por igual entre Europa y Japón. El consumo de plásticos en España en el 2000 fue de 2,0 M de Tm Arandes et al. (2004).

### 8.2. Desechos plásticos en el Ecuador

Ecuador ha importado un total de 48.473 toneladas de desechos plásticos, entre 2018 y enero de 2022. Durante este lapso, el 2020 fue el año con más importaciones de este tipo: 13.151 toneladas, a un costo de más de cinco millones de dólares. En 2020, Ecuador fue el tercer país de América Latina que más desechos plásticos importó desde Estados Unidos solo por detrás de México y El Salvador. Entre 2018 y enero de 2022, desde ese país llegaron 27.338 toneladas de esos materiales, lo que representa el 56% del total de estas importaciones. Le siguen República Dominicana, México, Colombia y Costa Rica (Alianza Basura Cero Ecuador, 2022).

**Figura 1:** Los cinco países que más exportan residuos plásticos a Ecuador



**Fuente.** Alianza Basura Cero Ecuador

**Elaborado Por.** Daniela Castillo – Primicias

Estas cifras confirman una vez más que Ecuador es uno de los principales receptores de desechos plásticos en la región. En 2021, GAIA informó que América Latina se ha convertido en uno de los destinos emergentes de la basura plástica mundial. “Esta es una tendencia que ha cobrado fuerza desde 2018, año en el que China restringió ese tipo de importaciones para dejar de ser el mayor vertedero del planeta”, explicó en un informe regional (Alianza Basura Cero Ecuador, 2022).

### **8.3. Reciclaje de PET**

Según la empresa INOQUOS “El PET es una resina plástica derivada del petróleo que pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados Poliéster. Es un termoplástico” (Narváez y Luna, 2014)

Es la materia prima utilizada para la elaboración de botellas, en su gran mayoría para el consumo de bebidas carbonatadas por su excelente capacidad para contener gases y la característica de ser transparente como el vidrio (Narváez y Luna, 2014).

#### **8.3.1. Características de los plásticos PET.**

Las características principales que lo llevaron a ser utilizado en la elaboración de envases de bebidas son:

- Transparencia.
- Resistencia a los gases.
- Buena resistencia química y a cambios de temperatura.
- Reciclable.
- Resistencia física a los golpes y caídas.
- Elasticidad.
- Fáciles de trabajar y moldear.
- Bajo costo de producción.
- Impermeabilidad.
- Si se queman, son muy contaminantes.
- Biorientable.
- Esterilizable.

- Livianos.

La coloración más habitual de esta resina varía entre cristal, azul, verde, ámbar entre otros. El PET, por sus características es el plástico más utilizado para la elaboración de envases de contención de bebidas, ya que la flexibilidad, transparencia y resistencia permiten la fácil transportación, manejo y almacenamiento (Narváez y Luna, 2014).

#### 8.4. Compactadoras de plástico

Un compactador de plástico es una máquina que se utiliza para comprimir materiales plásticos en una paca grande para fines de almacenamiento o envío. Esta máquina puede variar en diseño, pero en general, contará con algún tipo de tolva o contenedor en el que se puede cargar el plástico, así como uno o más brazos hidráulicos que comprimirán ese plástico en una paca grande. Una vez que se crea la paca, se utilizará otro brazo o sistema para retirar la paca del contenedor, ya que es probable que la paca sea bastante pesada (Recytrans , 2014)

##### 8.4.1. Tipos de compactadoras de plásticos

Según Follain (2018) los tipos de modelos de máquinas compactadoras de plástico que existen actualmente en el mercado son las verticales mediante accionamiento hidráulico y otras comunes también son las horizontales mediante accionamiento hidráulico. Si bien muchos compactadores no requieren ningún soporte adicional una vez que los materiales están empacados, algunos compactadores requerirán que el usuario instale alambre de empacado en el fardo terminado para evitar que los materiales se rompan o se separen (Tapia, 2018).

**Figura 2:** Compactadora Manual de material reciclado.



Fuente. Trabajo de titulación.

Elaborador por. Jorge Daniel Tapia Lemos

**Figura 3:** Compactadora hidráulica vertical.



**Fuente.** Trabajo de titulación  
**Elaborador por.** Jorge Daniel Tapia Lemos.

**Figura 4:** Compactadora hidráulica horizontal



**Fuente.** Trabajo de titulación  
**Elaborador por.** Jorge Daniel Tapia Lemos

#### 8.4.2. Funcionamiento de las compactadoras de plásticos

Las tres compactadoras de material reciclado antes mencionadas tienen el mismo fin y funcionan de manera similar, con la diferencia que, la que tiene un volante en la parte superior se acciona manualmente cuando se gira este volante, mientras que, las compactadoras hidráulicas, vertical y horizontal, son accionadas manualmente pero no requieren gran esfuerzo ya que el motor eléctrico acciona el gato hidráulico que mueve finalmente la placa que compacta el material (Tapia, 2018).



## **8.5. Máquina de compactadora hidráulica**

Las máquinas compactadoras hidráulicas HNSA son desarrolladas para reducir el volumen de los desechos sólidos con el fin de poder manejar más fácilmente estos residuos (HNSA Ingenieros S.A. , 2022).

Con la reducción del volumen de los desechos sólidos se hace una importante labor ecológica, ayudando a conservar el medio ambiente. Además, el principal beneficio es la reducción en los costos (\$) de recolección de basura o tasa de aseo, por lo cual la inversión realizada se recupera rápidamente (HNSA Ingenieros S.A. , 2022).

Estas máquinas son adecuadas para compactar cartón, papel, desechos alimenticios, latas, bolsas de basura, vidrios y otros desechos; el material compactado se reduce entre un 20%-50% de su volumen original (HNSA Ingenieros S.A. , 2022).

### **8.5.1. Clasificación de las maquinas hidráulicas**

Las Máquinas Hidráulicas se clasifican en tres grandes grupos, estos son:

- Máquinas Hidráulicas Motrices
- Máquinas Hidráulicas Generatrices
- Máquinas Hidráulicas Mixtas (Universidad Nacional de Asunción , 2011).

### **8.5.2. Principio de funcionamiento de maquina hidráulica**

El comportamiento de bombas y turbinas viene dado por la curva característica, que relaciona la altura manométrica o la altura neta en función del caudal trasegado por la máquina, es decir,  $H_m = f(Q)$  y  $H_n = f(Q)$ , manteniendo constantes el resto de parámetros que pueden intervenir. Suponiendo que la máquina se ha ensayado en el laboratorio, la curva característica vendrá dada en forma de gráfica, de modo que el punto de funcionamiento de la máquina en la instalación (es decir, el caudal y la altura con la que está funcionando) podrá determinarse gráficamente, mediante la intersección con la curva resistente (Zamora y Viedma, 2016).

## 8.6. Hidrodinámica

Según Hernández (2014) la Hidrodinámica estudia el comportamiento del movimiento de los fluidos; en sí la hidrodinámica se fundamenta principalmente en los fluidos incompresibles es decir los líquidos; para ello considera la velocidad, presión, flujo y gasto. Por consiguiente, la hidrodinámica es El estudio científico del movimiento de los fluidos, especialmente los líquidos no compresibles, bajo la influencia de fuerzas internas y externas. La hidrodinámica es una rama de la mecánica de fluidos y tiene muchas aplicaciones en ingeniería.

El estudio de los líquidos en movimiento considera que:

- Son completamente incompresibles.
- Ideales, esto es que carecen de viscosidad.
- El flujo es estacionario o estable, porque se considera que la ligereza de repetición partícula de deducido que pasa por el mismo punto es igual (Hernández, 2014).

## 8.7. Mecánica de fluidos

La mecánica de fluidos es el estudio del comportamiento de los fluidos (líquidos, gases, sangre y plasmas) en reposo y en movimiento. La mecánica de fluidos tiene una amplia gama de aplicaciones en ingeniería mecánica y química, en sistemas biológicos y en astrofísica (Martín, 2011).

En otras palabras, se puede expresar que la mecánica de fluidos es una rama de la mecánica continua que se ocupa de la relación entre fuerzas, movimientos y condiciones estáticas en un material continuo. Esta área de estudio trata muchos y diversos problemas como la tensión superficial, la estática de fluidos, el flujo en cuerpos cerrados o alrededor de cuerpos (sólidos o no), la estabilidad del flujo, etc. De hecho, casi cualquier acción que realiza una persona implica algún tipo de un problema de mecánica de fluidos.

La mecánica de fluidos, la rama de la ciencia que se ocupa del estudio de los fluidos (líquidos y gases) en estado de reposo o movimiento, es un tema importante de la Ingeniería Civil, Mecánica y Química. Sus diversas ramas son la estática de fluidos, la cinemática de fluidos y la dinámica de fluidos. Una sustancia que fluye se llama fluido. Todas las sustancias líquidas y gaseosas se consideran fluidos. El agua, el aceite y otros son muy importantes en nuestro día a

día ya que se utilizan para diversas aplicaciones. Por ejemplo, el agua se utiliza para la generación de electricidad en centrales hidroeléctricas y centrales térmicas, el agua también se utiliza como refrigerante en centrales nucleares, el aceite se utiliza para la lubricación de automóviles, etc. (Martín, 2011).

### **8.8. Fluido hidráulico**

Fluidos hidráulicos son un grupo grande de líquidos compuestos de muchos tipos de sustancias químicas. Son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos y servodirección; vehículos para levantar cargas; tractores; niveladoras; maquinaria industrial; y aviones, (Agency For Toxic Substances And Disease Registry, 1997).

### **8.9. Densidad**

Se define como la masa por unidad de volumen. Sus unidades en el sistema internacional son [kg/m<sup>3</sup>]. Para un fluido homogéneo, la densidad no varía de un punto a otro y puede definirse simplemente mediante

$$P = V/m$$

Donde:

$$P =$$

Por el contrario, según Martín (2011) para un fluido inhomogéneo, la densidad  $\rho$  varía de un punto a otro. Por tanto, tenemos que definir la densidad en un punto como la masa por unidad de volumen en un elemento diferencial de volumen en torno a ese punto:

$$P = \rho(x, y, z, t) = dm / Dv$$

### **8.10. Presión**

La presión en un punto se define como el valor absoluto de la fuerza por unidad de superficie a través de una pequeña superficie que pasa por ese punto y en el sistema internacional su unidad es el Pascal (1 Pa=1 N/m<sup>2</sup>). Mientras que, en el caso de los sólidos en reposo, las fuerzas sobre una superficie pueden tener cualquier dirección, en el caso de los fluidos en reposo la fuerza ejercida sobre una superficie debe ser siempre perpendicular a la superficie, ya que, si hubiera

una componente tangencial, el fluido fluiría. En el caso de un fluido en movimiento, si éste es no viscoso tampoco aparecen componentes tangenciales de la fuerza, pero si se trata de un fluido viscoso sí que aparecen fuerzas tangenciales de rozamiento (Martín, 2011).

De este modo, un fluido en reposo a una presión  $p$  ejerce una fuerza “ $p dS$ ” sobre cualquier superficie plana arbitraria en contacto con el fluido en el punto, definida por un vector unitario  $dS$ , perpendicular a la superficie. En general, la presión en un fluido depende del punto,  $p = p(x, y, z)$ . Así, para un fluido en reposo la presión se define como la fuerza normal por unidad de superficie (Martín, 2011).

### **8.11. Viscosidad**

La viscosidad refleja la resistencia al movimiento del fluido y tiene un papel análogo al del rozamiento en el movimiento de los sólidos. La viscosidad está siempre presente en mayor o menor medida tanto en fluidos compresibles como incompresibles, pero no siempre es necesario tenerla en cuenta. En el caso de los fluidos perfectos o no viscosos su efecto es muy pequeño y no se tiene en cuenta, mientras que en el caso de los fluidos reales o viscosos su efecto es importante y no es posible despreciarlo. En el caso del agua a veces se habla del flujo del agua seca para el flujo no viscoso del agua y del flujo del agua mojada para el flujo viscoso (Martín, 2011).

### **8.12. Componentes de circuitos hidráulicos**

#### **8.12.1. Bomba hidráulica**

Una bomba hidráulica es un dispositivo que convierte la energía mecánica en energía hidráulica. Estos son tipos de bombas específicas que se utilizan en los sistemas de accionamiento hidráulico para superar una carga, como levantar un automóvil. Este sistema de accionamiento hidráulico es una máquina que utiliza la energía de un fluido líquido para realizar el trabajo; un ejemplo típico de una máquina de este tipo es la excavadora (Control, 2021).

Además, una bomba hidráulica es una fuente mecánica de potencia que convierte la potencia mecánica en energía hidráulica (energía hidrostática, es decir, flujo, presión). Cuando una bomba hidráulica opera, realiza dos funciones. Primero, su acción mecánica crea un vacío en la entrada de la bomba que permite que la presión atmosférica fuerce el líquido desde el depósito

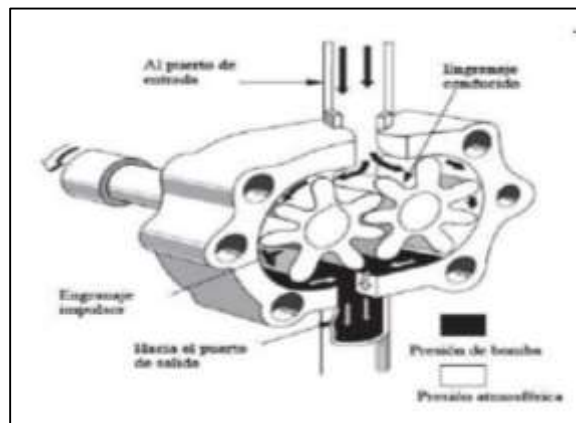
hacia la línea de entrada a la bomba. En segundo lugar, su acción mecánica entrega este líquido a la salida de la bomba y lo empuja hacia el sistema hidráulico.

Una bomba produce movimiento o flujo de líquido: no genera presión. Produce el flujo necesario para el desarrollo de la presión que es función de la resistencia al flujo de fluido en el sistema. Por ejemplo, la presión del fluido a la salida de la bomba es cero para una bomba no conectada a un sistema. Además, para una bomba que ingresa a un sistema, la presión aumentará solo hasta el nivel necesario para vencer la resistencia de la carga (Control, 2021).

### 8.12.2. Bomba de engranajes

En una bomba de engranajes, el engranaje conductor recibe la potencia entregada por el motor e impulsa al engranaje conducido. El fluido se precipita hacia el interior de la bomba debido al vacío que se genera cuando los dientes se desacoplan durante la rotación; de esta manera, la cámara de bombeo se define como el volumen alojado entre las crestas de dos dientes consecutivos y las paredes interiores de la carcasa. La cámara se desplaza por la periferia interior de la carcasa a medida que ocurre la rotación y, finalmente, el fluido se impulsa hacia el exterior de la bomba cuando los dientes se acoplan entre sí, (Universidad Tecnológica de Pereira, 2021).

**Figura 5:** Vista seccionada de una bomba de engranajes.



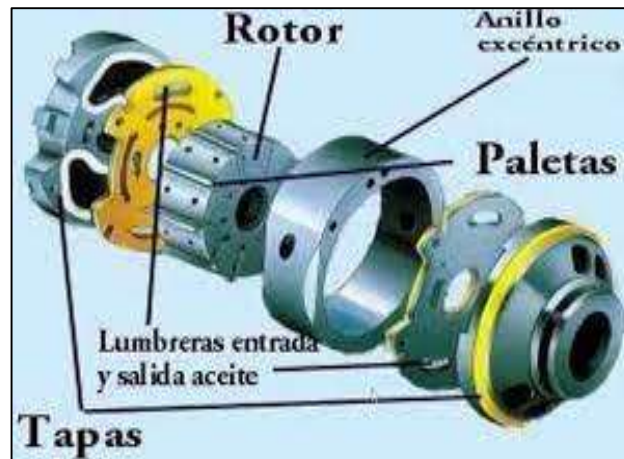
Fuente. Repositorio UTP.

### 8.12.3. Bomba de paletas

- Se compone de un rotor que gira dentro de una carcasa y de las paletas que se encuentran en unas ranuras que tiene el rotor, con posibilidad de desplazarse radialmente.

- Se dividen en dos grupos, bombas de una carrera y bombas de dos carreras.
- Oscilan entre 5 y 100 cm<sup>3</sup>. Pueden ofrecer presiones de servicio de hasta 150 bar.
- Son muy sensibles al nivel de limpieza del aceite. Un aceite con partículas en suspensión podrá originar una avería en la bomba (Arroyo, 2013).

**Figura 6.** Bombas de paletas



Fuente: <https://images.app.goo.gl/sRHmC5o4Xu3sfRzc8>

#### 8.12.4. Bomba con pistones

La bomba de pistón se puede definir como una bomba de desplazamiento positivo. Estas bombas usan un pistón, un diafragma o un émbolo para mover líquidos. Estas bombas utilizan válvulas de retención como válvulas de entrada y salida. La bomba de pistón general es una bomba rotativa que utiliza una rueda o eje giratorio para operar el pistón (Control, 2021).

**Figura 7.** Bomba con pistones



Fuente: <https://images.app.goo.gl/Ag17uvmZkQVjJmY96>

### 8.13. Filtro

Un filtro es un circuito capaz de pasar (o amplificar) ciertas frecuencias mientras atenúan otras frecuencias. Así, un filtro puede extraer frecuencias importantes de señales que también contienen frecuencias indeseables o irrelevante (UTECSA, 2020).

**Figura 8.** Filtros.

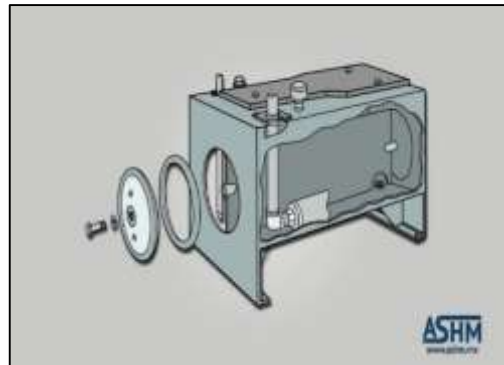


Fuente. UTECSA

### 8.14. Depósito de aceites

Se debe tener una cantidad extra de aceite para operar arietes hidráulicos (cilindros de simple acción). El nivel del depósito baja cuando se extiende el ariete y se eleva cuando el ariete retorna. Adicionalmente el depósito debe disponer de aceite para compensar las pérdidas de aceite causadas por fugas o derrames del sistema (Acero y sistemas hidraulicos de México , 2018).

**Figura 9.** Depósito de aceite



Fuente. ASHM

## 8.15. Mangueras flexibles

Las mangueras hidráulicas son tubos flexibles diseñados para transportar fluidos y convertir la energía en movimiento. Se usan para mediana, alta y extrema presión. Las mangueras de alta presión tienen como misión transportar el líquido o fluido que a su vez efectuará la transmisión de la fuerza al interior del correspondiente equipamiento hidráulico.

### 8.15.1. Características

Estas pueden tener refuerzo de una y dos mallas metálicas y trenzadas desde una hasta seis dependiendo de la presión requerida. Estas son la parte más flexible de un sistema hidráulico (o circuito), pero también la más débil. Las mangueras hidráulicas están diseñadas y construidas bajo normas de seguridad (Supplytec, 2022).

**Figura 10.** Mangueras flexibles



**Fuente.** Supplytec

### 8.15.2. Manómetro

Los medidores de presión, también conocidos como manómetros, se usan para detectar e indicar la presión física de líquidos y gases. En la mayoría de los casos se mide la presión relativa, que es relativa a la presión atmosférica. También miden la presión absoluta, la presión diferencial y la depresión. Se suelen usar manómetros de líquido, como, por ejemplo, manómetros en U, manómetros con tubo inclinado y manómetros de toro oscilante. También se usan otros manómetros, como, por ejemplo, los manómetros de Bourdon, manómetros de placa flexible y manómetros de cápsula (PCE instruments, 2022).



**Figura 11.** Manómetro

Fuente. PCE Instrumentst.

### 8.15.3. Mangueras de presión para circuito hidráulico

La manguera R1 es un elemento del sistema hidráulico y su función principal es la transmisión de potencia por medio de un fluido. Además, absorbe movimientos y vibraciones no deseadas. Es para mediana presión (UTECSA, 2022).

**Figura 12.** Mangueras de presión para circuito hidráulico

Fuente: UTECSA

## 8.16. Tipos de motores eléctricos

### 8.16.1. Motor de corriente continua

Los motores de Corriente Directa o motor DC (correspondiente a las iniciales en inglés “direct current”) es también conocidos como motor de Corriente Continua o motor CC, son muy utilizados en diseños de ingeniería debido a las características torque-velocidad que poseen con diferentes configuraciones eléctricas o mecánicas ( MecatrónicaLATAM, 2021).

Una gran ventaja de los motores de CD se debe a que es posible controlarlos con suavidad y en la mayoría de los casos son reversibles, responden rápidamente gracias a que cuentan con una

gran razón de torque a la inercia del rotor. Otra ventaja es la implementación del frenado dinámico, donde la energía generada por el motor se alimenta a un resistor disipador, y el frenado regenerativo donde la energía generada por el motor retroalimenta al suministro de potencia CD, esto es muy utilizado en aplicaciones donde se deseen frenados rápidos y de gran eficiencia ( MecatrónicaLATAM, 2021).

### **8.16.2. Motor de corriente alterna**

El principio de funcionamiento de estos motores se basa en el campo magnético giratorio que crea una corriente alterna trifásica (3 fases) descubierto por Tesla y en el descubrimiento de las corrientes inducida de Faraday; dicho campo rotante producido en el estator, induce otro campo magnético en el bobinado del rotor, el cual tiende a acoplarse con el campo del estator y así producir el movimiento rotante (Universidad Nacional de la Plata, 2022).

### **8.17. Válvula limitadora**

Su función es la de limitar la presión de un circuito hidráulico a un valor máximo (generalmente ajustable en la propia válvula), su uso más común es como válvula de seguridad para evitar reventones en el circuito (Gaona , 2016).

La posición de estas válvulas normalmente es cerrada. La válvula limitadora impide que la presión de un sistema sea mayor que la fijada manualmente a través de un tornillo. Al sobrepasarse en el circuito la presión máxima permitida, la válvula abre la conexión con la atmósfera, con lo que se reduce la presión hasta el valor nominal y cuando la válvula se abre el aceite es dirigido al tanque y el motor se apaga. Entonces se vuelve a cerrar el orificio de purga (Gaona , 2016).

#### **8.17.1. Válvula de distribución**

Envían aire comprimido al actuador, o de este a la atmósfera. Clasificar en función:

- Número de vías y posiciones
- Tipo de accionamiento
- Misión que desempeña
- Construcción interna (RENEDO, 2020).

## 9. METODOLOGÍA

### 9.1. Localización.

El diseño de la compactadora hidráulica automatizada de residuos sólidos PET, está ubicada en la asociación ASOSERMANGUI perteneciente a la provincia de Cotopaxi cantón la Maná, en la dirección de Héroes del Cenepa, Paquisha, La Maná 050202.

**Figura 13.** Ubicación geográfica de la Asociación ASOSERMANGUI.



**Fuente.** Google Maps.

**Elaborado por:** Rodríguez Johnny y Angel Sigcha

## 10. PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS:

¿Tendrá la capacidad suficiente para compactar bloques de 1m x 0,80m x 0,70m, la implementación de una compactadora hidráulica automatizada, que será abastecida por un motor de 3HP monofásico de 110 V a 20A?

## 11. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

**Tabla 3:** Técnicas e instrumentos de la metodología.

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Observación	Conocer las necesidades presentes en la Asociación ASOSERMANGUI para la reducción de botellas PET y poder darle un valor agregado.
2	Recolección de datos	Recolectar datos de cuantos desperdicios sólidos de botella PET genera la Asociación ASOSERMANGUI, además de recolectar ecuaciones que ayude a facilitar el diseño y la implementación de la compactadora.

Elaborado por: Rodríguez Johnny y Angel Sigcha

Este proyecto está centrado en las instalaciones de la Asociación ASOSERMANGUI. La Asociación se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi cantón la maná.

### 11.1. Metodología

La metodología aplicada en esta investigación tecnológica, se basa en diferentes literaturas de autores que han llevado a cabo trabajos similares, tomando en cuentas los diferentes factores, cálculos de dimensionamientos para seleccionar los elementos esenciales para la implementación de la compactadora de residuos sólidos como el PET.

### 11.2. Tipo de investigación

#### 11.2.1. Investigación bibliográfica científica.

Para lograr esta investigación recurría a literatura de proyectos o trabajos similares para obtener información clara y concisa y tener una idea más clara al momento de implementar la compactadora hidráulica automatizada.

### 11.2.2. Investigación de campo

Esta investigación se llevará a cabo in situ para así comprobar los datos reales de los desperdicios sólidos reciclables presentes en la Asociación ASOSERMANGUI, además del desempeño de la compactadora hidráulica al momento de implementarla.

### 11.3. Métodos

#### 11.3.1. Método tecnológico

Implementar una compactadora de botellas PET con sistemas hidráulicos, pero con diseño automatizado utilizando las tecnologías disponibles.

#### 11.3.2. Método inductivo-deductivo

Investigar la información de residuos sólidos especialmente de botellas PET, como su peso, su composición y su fuerza de compactación. Investigar tecnologías disponibles para automatizar una maquina compactadora.

### 11.4. Cálculos para el diseño de la compactadora.

#### 11.4.1. Cálculos de fuerza necesaria elaborar una paca de 73 kg de peso

El envase tiene un peso de 0.06 kg aproximadamente además tiene una fuerza máxima de 137 N. Con una masa de envase promedio de 0.06 kg. Por otro lado, la fuerza máxima comprende  $14\text{kgf} = 137\text{ N}$

$$\text{Peso paca Kg} \times \left[ \frac{1 \text{ env}}{0.06 \text{ Kg}} \right] = \text{numero de env} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Peso paca Kg: Peso de la paca que se realizara expresado en kilogramo

1env: valor unitario de botella

0.06Kg: peso promedio de un envase de botella plástica

Numero de env: número final de envases obtenido

El siguiente paso es calcular el área del cilindro hidráulico, donde poseemos que:

$$F = P \times A \quad \text{Ecuación 2}$$

$$A = \frac{F}{P}$$

Donde:

F: fuerza.

P: presión

A: área

#### 11.4.2. Cálculo del cilindro hidráulico en diámetro.

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 A}{\pi}}$$

Donde

A: Área

D: Diámetro

$\pi D^2$ : Radio diámetro al cuadrado

4: valor del radio diámetro cuadrado

$\pi$ : Pi

#### 11.4.3. Cálculo de la longitud de carrera del vástago.

$$L_c = h \text{ máx.} - h \text{ mín.} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

Lc: La longitud de la carrera

H máx.: altura máxima

H mín.: altura mínima

**11.4.4. Cálculo de volumen de los cilindros.**

$$Aa = \frac{(d1)^2}{4}$$

**Ecuación 5**

$$Ar = \pi \frac{(Aa)^2 - (Va)^2}{4}$$

$$Va = Aa \times Lc$$

$$Vr = Ar \times Lc$$

Donde:

Va: Volumen de avance.

Vr: Volumen de retroceso.

L: Largo interior del cilindro.

**11.4.5. Cálculo de caudal de aceite necesario para el sistema.**

$$Q: Aa \times Va$$

**Ecuación 6**

Donde:

Q: caudal

Aa: área de avance

Va: velocidad de avance del vástago.

**11.4.6. Cálculo de la potencia requerida por la bomba**

$$HP = \frac{Q \times P}{1714 \times \rho}$$

**Ecuación 7**

Donde:

HP: Energía de la bomba

Q: Caudal

P: Presión de sistema

1714: factor de conversión

 $\rho$ : eficiencia de la bomba

**11.4.7. Cálculo para el tiempo que tarda en salir el vástago del cilindro.**

$$t = \frac{Lc}{Va} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde.

t: tiempo

Lc: La longitud de la carrera

Va: velocidad de avance.

**11.4.8. Cálculo para la selección de mangueras.**

$$Q = V \times A \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

Q: El caudal

V: La velocidad de fluido

A: área de la tubería

**11.4.9. Cálculo del motor eléctrico**

$$HP \text{ motor elec.} = \frac{HP \text{ Hidraulica}}{Ef. Electric.} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

HP motor elec.: Potencial del motor eléctrico

HP hidráulica: Potencia hidráulica

Ef. Electric: eficiencia eléctrica

**11.4.10. Selección del tanque reservorio para el fluido hidráulico**

$$C. \text{tanque} = GPM \times 3 \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

C. tanque: capacidad del tanque reservorio

GPM: Galones por minuto

3: Factor general



#### 11.4.11. Selección del fluido hidráulico

Pacheco y Vaca (2022), menciona que elegir un fluido hidráulico, tenga en cuenta las siguientes características: viscosidad, índice de viscosidad, estabilidad a la oxidación y resistencia al desgaste. Estas características determinarán cómo opera su fluido dentro de su sistema. Además, el sistema opera entre una temperatura de 50 y 60°C, y para prevenir daños no se debe de exceder los 80°C. Tomando en cuenta estos parámetros elegimos aceites ISO 68 que operan entre 56 y 73°C.

#### 11.4.12. Cálculo de la potencia máxima que soporta las vigas del cilindro hidráulico.

$$F = P \times A \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

F: fuerza

P: presión

A: área

#### 11.4.13. Cálculo del esfuerzo permisible considerando un factor de seguridad de 2.

$$\delta = \frac{\delta Flu.}{2} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

$\delta$ : esfuerzo de influencia del material

$\delta Flu$ : esfuerzo de fluencia

2: Factor de seguridad

#### 11.4.14. Cálculo de reacciones y momentos en la viga.

**Calcular reacciones**

$$Ra = Rn \frac{F}{2} \quad \text{Ecuación 14}$$

**Calcular momento**

$$Ma = Mb = \frac{F \times L}{4} \quad \text{Ecuación 15}$$

## 12. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 12.1. Análisis para la implementación de la compactadora automatizada

#### Cálculo de potencia de la paca de 23 kg

Con la realización del cálculo se determina un peso promedio de 0.06 kg y la fuerza máxima para compactar dicho envase es de 137 N. respecto a la masa del envase promedio se establece una medida de 0.006 kg, con una fuerza máxima de 14kgf = 137

$$73Kg \left[ \frac{1 \text{ env}}{0.06Kg} \right] = 1216.66 \text{ envases}$$

$$1216.66 \text{ env} * \left[ \frac{14 \text{ kgf}}{1 \text{ env}} \right] = 17033.33 \text{ kgf}$$

$$17033.33 \text{ kgf} \left[ \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ kgf}} \right] \left[ \frac{0.22481 \text{ lbf}}{1 \text{ N}} \right] = 37565.07 \text{ lbf} = 167097.75578 \text{ N}$$

Una vez realizado el cálculo de la fuerza se procede a calcular el área sobre el hidráulico cilindro, donde tenemos que:

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{37565.07 \text{ lbf}}{2050.38 \text{ psi}}$$

$$A = 18.32 \text{ in}^2$$

$$A = 0.011819331 \text{ m}^2$$

#### Cálculo del diámetro del cilindro hidráulico.

$$d = \sqrt{\frac{4(18.32)}{\pi}}$$

$$d = 4.83 \text{ in}$$

En los cálculos obtenidos por medio de la ecuación, nos da un valor de 4.83 in pero por la disponibilidad del mercado se adquiere un equipo de la marca Merman, con una capacidad de 5in.

**Figura 14:** Bomba hidráulica KerMan de 5in.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### **Cálculo de la longitud de la carrera del vástago.**

El cálculo de la longitud del vástago se realizó tomando en cuenta la altura máxima de la placa móvil que es el promedio el doble del cubo compactado más la altura limite mínima que corresponde a la mitad del cubo.

$$Lc = 1.20 h \text{ máx} - 0.30 h \text{ min.}$$

$$Lc = 0.90$$

Donde:

Lc: 0.90 metro

H máx.: 1 metro

H min.: 0.30 metro

**Figura 15:** Longitud carrera del vástago.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### Cálculo de volumen de los cilindros.

En el mercado de fabricación y ventas de cilindros hidráulicos tienen medidas ya por defecto disponibles por lo cual se utilizó las siguientes medidas acorde al diseño de la compactadora de investigación:

0.0889 m = Diámetro del cilindro 3.5 in

0.0508 m = Diámetro del embolo 2 in

Longitud de la carrera vástago 0.90 m

$$Aa = \pi \frac{(8.89)^2}{4}$$

$$Aa = 62.071 \text{ cm}^2$$

$$Ar = \pi \frac{(62.071 \text{ cm})^2 - (5.08 \text{ cm})^2}{4}$$

$$Ar = 41.77 \text{ cm}^2$$

$$Va = 62.071 \text{ cm}^2 * 90 \text{ cm}$$

$$Aa = 5586.39 \text{ cm}^3$$

$$Va = 5586.39 \text{ cm}^3 \left( \frac{0.00026417 \text{ gal.}}{1 \text{ cm}^3} \right) = 1.475 \text{ gal.}$$

$$Vr = 41.77 \text{ cm}^2 * 90 \text{ cm}$$

$$Vr = 3759.3 \text{ cm}^3$$

$$Vr = 3759.3 \text{ cm}^3 \left( \frac{0.00026417 \text{ gal.}}{1 \text{ cm}^3} \right) = 0.99 \text{ gal.}$$

### Cálculo de caudal de aceite necesario para el sistema.

$$Q = 62.071 \text{ cm}^2 \left( 3 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \right)$$

$$Q = 186.2 \text{ cm}^3/\text{s}$$

$$Q = 186.2 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \times \frac{0.0001 \text{ L}}{1 \text{ cm}^3}$$

$$Q = 186.2 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}}$$

$$Q = 11.16 \frac{\text{L}}{\text{min.}}$$

En el diseño de la compactadora requiere 11.16 litros por minutos de aceite según los cálculos realizados, una vez obtenido este dato nos ayudara a elegir las mangueras correctas para el funcionamiento de la maquina compactadora.

**Figura 16:** Visor del nivel de aceite.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### Calculo para el desplazamiento volumétrico de la bomba hidráulica GPM

$$GPM = 186.2 \frac{L}{s} \times \left( \frac{15.8503 \text{ GPM}}{1 \frac{L}{S}} \right)$$

$$GPM = 2.94$$

Para que exista un correcto funcionamiento en el cilindro hidráulico la bomba debe de entregar un caudal de 2.94 GPM.

### Cálculo de la potencia requerida por la bomba

$$HP = \frac{2050.38 \text{ PSI} * 2.94 \text{ GPM}}{1714 * 0.90}$$

$$HP = 3.91$$

**Figura 17.** Bomba hidráulica.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

**Cálculo para el tiempo que tarda en salir el vástago del cilindro.**

$$t = \frac{90 \text{ cm}}{3 \text{ cm/s}}$$

$$t = 30 \text{ s}$$

**Figura 18.** Longitud del vástago.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

**Cálculo para la selección de mangueras.**

$$Q: 0.0000186 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$V: 5.5 \text{ m/s}$$

$$A: 0.0000338 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0.000186 \text{ m}^2/\text{s}}{5.5 \text{ m/s}}$$

$$A = 0.0000338 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4(0.0000338 \text{ m}^2)}{\pi}}$$

$$d = 0.0064 \text{ m}$$

$$d = 6.5 \text{ mm}$$

Para seleccionar las mangueras adecuadas que soporten la presión de trabajo que va a ejercer la compactadora se realizó el respectivo calculo dando como resultado una manquera de alta presión de 6.5 mm.

**Figura 19.** Manguera hidráulica de alta presión.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### Cálculo del motor eléctrico

$$HP \text{ motor elec.} = \frac{3.81HP}{0.90}$$

$$P \text{ motor elec.} = 4.34 \text{ HP}$$

Según los datos obtenidos el diseño de la compactadora requiere un motor de 4.34 HP, pero en el mercado no se encuentra esa especificación para el motor por lo que considera adquirir un motor de 5 HP.

**Figura 20.** Motor eléctrico de 5HP a 110V y 220V



con 1745 revoluciones por minuto.

Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### Selección del tanque reservorio para el fluido hidráulico

$$C. \text{tanque} = 2.94GPM * 3$$

$$C. \text{tanque} = 8.82 \text{ gal.}$$

Datos.

C. tanque: capacidad del tanque reservorio

GPM: 2.94

3: Factor general

El reservorio de fluido hidráulico según los resultados obtenidos por la ecuación da un valor de 8.82 galones (gal), lo que es suficiente para abastecer el sistema hidráulico.

**Figura 21.** Reservorio hidráulico.



**Elaborado por:** Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### **Selección del fluido hidráulico**

Según Pacheco y Vaca (2022), menciona que el fluido hidráulico es lo que transfiere energía en el sistema hidráulico al tiempo que proporciona lubricación, sellado, transferencia de calor y eliminación de contaminación al mismo tiempo para evitar el desgaste de los componentes hidráulicos y garantizar un rendimiento óptimo. La mayoría de estos sistemas tienen una operación de 50 y 60°C, por consiguiente, no deben de exceder los 80°C.

Además, al elegir un fluido hidráulico, tenga en cuenta las siguientes características: viscosidad, índice de viscosidad, estabilidad a la oxidación y resistencia al desgaste. Estas características determinarán cómo opera el fluido dentro del sistema.



### **Selecciones de los materiales de construcción.**

Los materiales de construcción que seleccione determinarán la resistencia general, la longevidad y la apariencia del edificio. Por lo tanto, sea cuidadoso y selectivo al seleccionar los materiales de construcción. Para seleccionar las vigas que soportan el cilindro, debemos considerar la presión que este debe de soportar al momento de compactar las botellas de PET, como ya tenemos el importe de imposición que es de 2050.37 PSI que transformado en serie 14136.80Kpa (Pacheco Estrella & Vaca Hi, 2022).

### **Cálculo de la fuerza máxima que soportaran las vigas de soporte del cilindro hidráulico.**

$$A = 0.80m * 0.80m$$

$$A = 0.64m^2$$

Entonces

$$F = 14136.80Kpa * 0.64m^2$$

$$F = 9047.55Kn$$

$$F = 9047550 N$$

### **Cálculo del esfuerzo permisible considerando un factor de seguridad de 2.**

$$\delta = \frac{250 Mpa.}{2}$$

$$\delta = 125Mpa$$

Al ser dos piezas que soportaran el peso y la presión que genere la máquina al compactar los bloques de PET, este valor se lo debe dividir entre dos.

$$F_{mt} = \frac{9047550N}{2}$$

$$F_{mt} = 4523775$$

**Cálculo de reacciones y momentos en la viga.****Cálculo de reacción en la viga**

$$Ra = Rn = \frac{4523775N}{2}$$

$$Ra = Rn = 2261.88N$$

$$Rc = 2261.88N$$

**Cálculo de momento en la viga**

$$Ma = Mb = \frac{2.2619Kn * 0.80m}{4}$$

$$Ma = Mb = 0.45N * m$$

**Cálculo del módulo de sección**

$$Modulo\ seccion = \frac{M.\ maxima}{\delta\ permisible}$$

$$Modulo\ seccion = \frac{0.45\ KN * m}{125000KNm^2}$$

$$Modulo\ seccion = 0.0000036m^3$$

$$Modulo\ seccion = 3.6cm^3$$

**Cálculos de las columnas de la compactadora.**

Para la selección de los materiales se basa en las normas ASTM A36, siendo estas de límite de fluencia de 250 Mpa y una resistencia de torción de 400 Mpa.

Datos:

F: 1116.00105 lbf

$$\delta = \frac{F}{A}$$

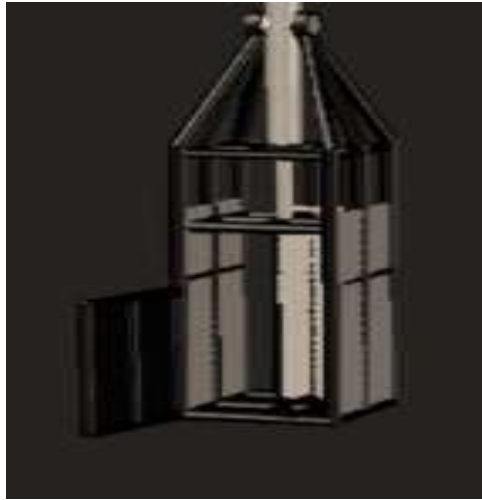
A: 1.240 in<sup>2</sup>

$$\delta = \frac{1116.00105\ lbf}{1.240in^2}$$

$$\delta = 900.00\ PSI$$

$$\delta = 6.20\ Mpa$$

**Figura 22.** Diseño estructural de la compactadora hidráulica.



**Elaborado por:** Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### **Cálculo del pasador**

El colador debe de aguantar la potencia que realiza el cilindro existiendo no tener que decir a una fuerza de 167097.75578 N que convertido a KN seria 167.09775 KN.

Para el pasador se utilizó del diámetro 2.54 milímetros, ya que esa es la medida del agujero que soporta el cilindro.

$$\delta = \frac{F}{2 * A}$$

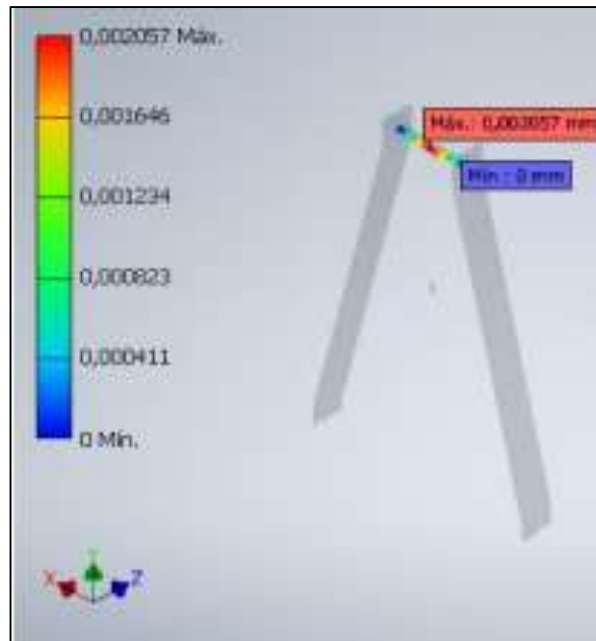
$$\delta = \frac{167.09775 \text{ KN}}{2(\pi)(0.0254m^2)}$$

$$\delta = 1.047 \text{ Kpa}$$

### **12.2. Simulación de la estructura de la maquina compactadora hidráulica.**

En la figura 23, podemos apreciar el desplazamiento milimétrico que tendrá el pin pasador de la maquina compactadora, dando como desplazamiento un valor de 0.00205 milímetros máximo.

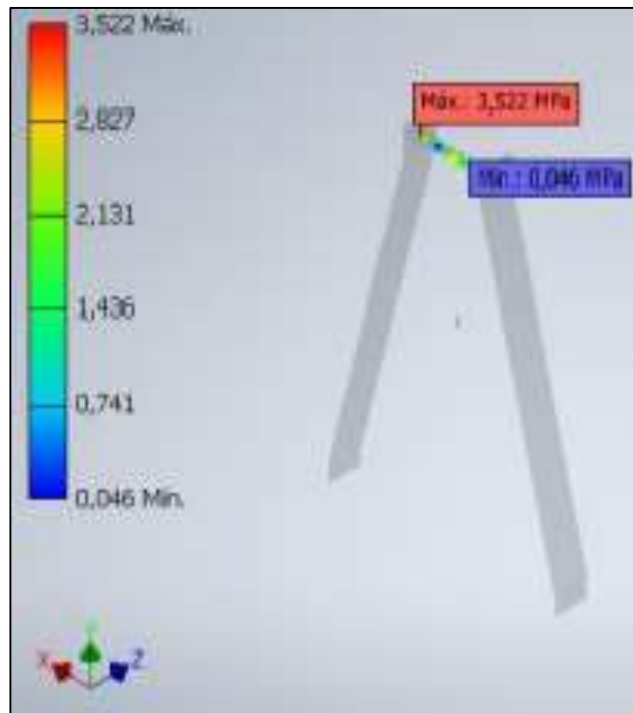
**Figura 23.** Desplazamiento milimétrico del pin pasador.



Elaborado por: Rodríguez Johnny y Angel Sigcha

En la figura 24, se observa la tensión máxima permisible que tendrá en pin pasador de soporte del cilindro hidráulico de la maquina compactadora, dando como tensión máxima de 3.5 MPa.

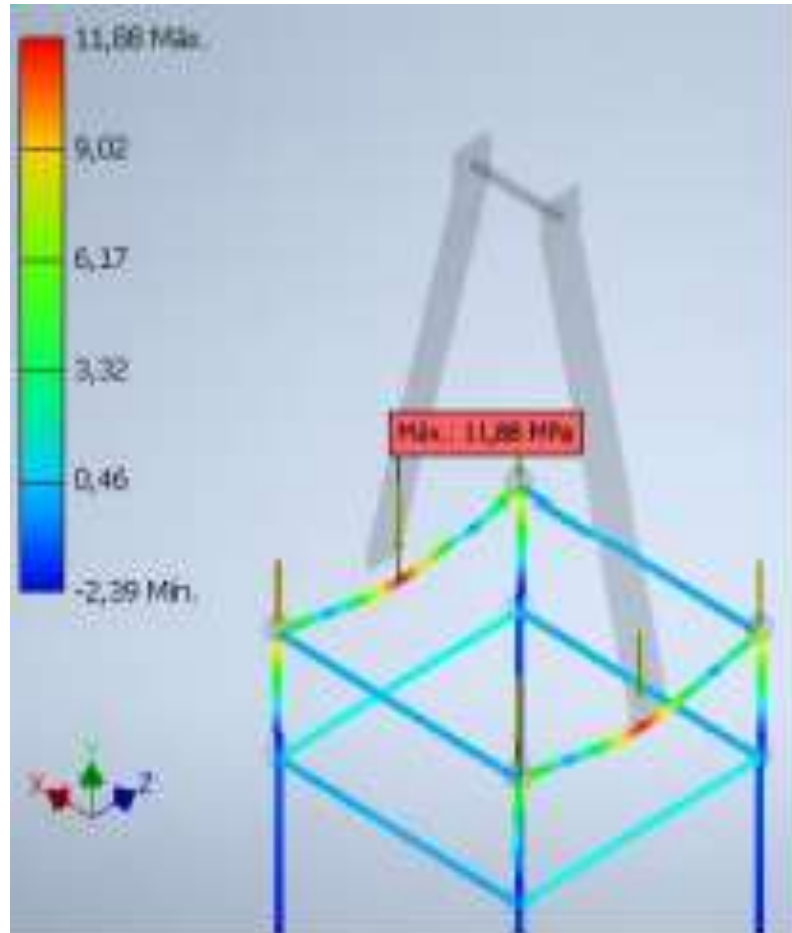
**Figura 24.** Tensión máxima permisible del pin pasador del soporte de cilindro hidráulico.



Elaborado por: Rodríguez Johnny y Angel Sigcha

En la figura 25, podemos apreciar la tensión máxima que tendrá las vigas que soportará el cilindro hidráulico de la compactadora de residuos sólidos, dando como tensión de 11.00 MPa.

**Figura 25.** Tensión máxima de las vigas que soporta el cilindro hidráulico.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### 12.3. Diseño del prototipo de la compactadora

Con los datos calculados anteriormente, la máquina compactadora está diseñada para que los soportes y su estructura logre soportar el peso de los mismos, además del esfuerzo de trabajo que está destinado.

Los materiales de acero a usar en este prototipo se emplearon con las normas ASTM A 36 que son los adecuados para este tipo de trabajo y se lo empleará en planchas, perfiles de tipo L y tubos de sección cuadrada hueca en tipo A 500, esto servirá para construir el cuerpo de la compactadora y la placa de compactación.

Se implementó planchas de acero de 4 pulgadas por 8 milímetros de grosor, para las columnas que sujetan el cilindro hidráulico, mientras que para las columnas de soporte de la estructura de la maquina su implemento tupos cuadrados de 50 milímetros de ancho y 5 milímetros de grosor, para finalizar se usó perfiles de tipo L de 4 pulgadas por 6 milímetros para formar las vigas.

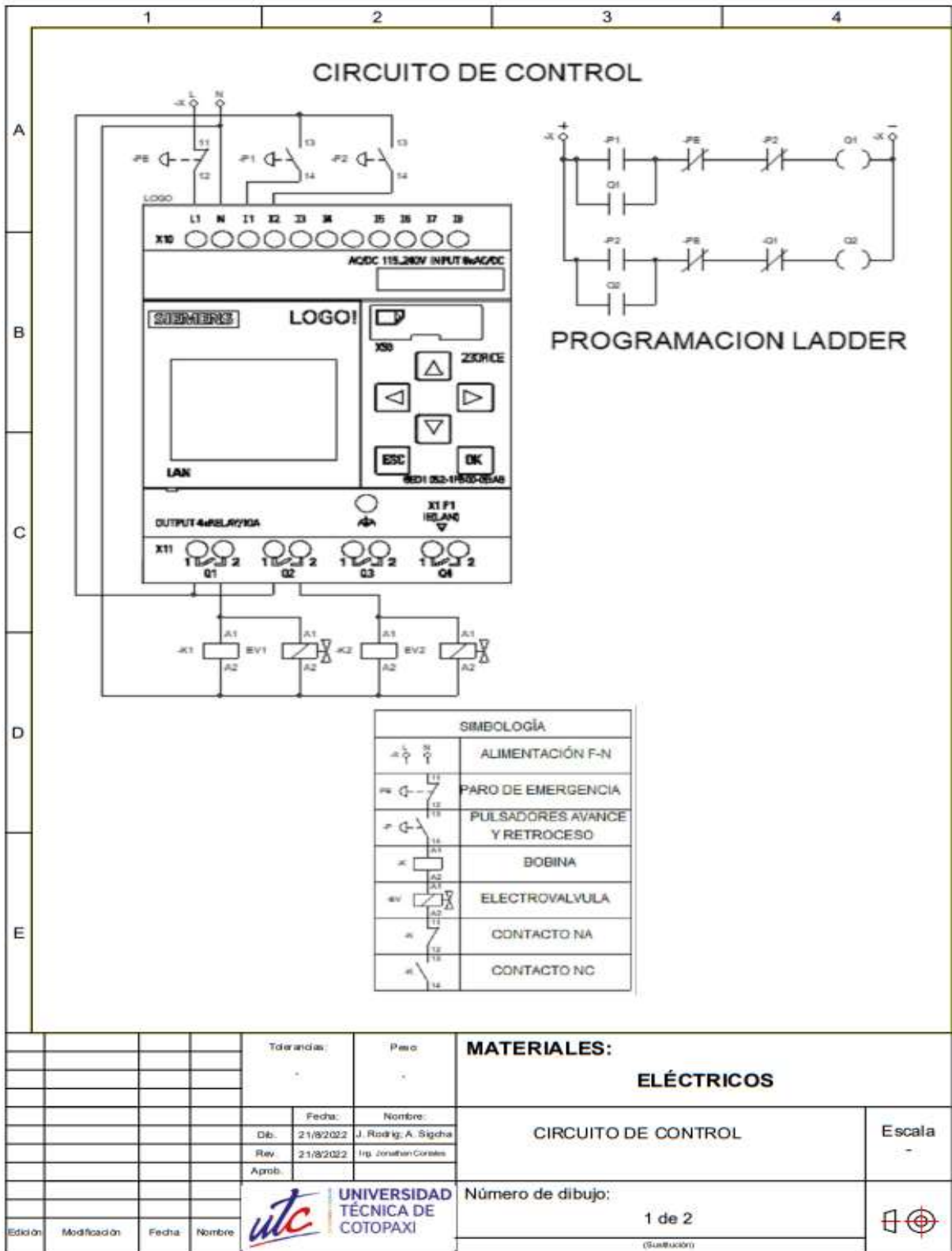
En el sistema hidráulico se empleó una bomba hidráulica de 4 GPM de engranajes externos con brinda de doble oreja con flecha recta que es la que está disponible en el mercado y es la más apta para este trabajo de compactación, se usó un obturador direccional de 4 rutas y 3 enfoques esta nos aprueba dar orientación del claro del hidráulico, en la misma válvula se encuentra una válvula que regula la presión de hasta 3500 PSI. Todo este sistema hidráulico es movido por un motor eléctrico de 5 HP

El sistema hidráulico del prototipo de la compactadora tiene instalado un depósito de aceite, dicho deposito es reforzado especialmente para esta función cuenta con un visor para visualizar los niveles del fluido hidráulico, además de una tapa segura que brinda la opción de drenar el fluido y recargarlo por uno nuevo cuando sea necesario este tapón se encuentra ubicado en la parte inferior.

El cilindro hidráulico del prototipo es de 3.5 pulgadas en su diámetro con un vástago de 2 pulgadas de diámetro y con longitud de 35 pulgadas, toda esta conexión está dada con mangueras hidráulicas de alta presión.

12.3.1. Planos de control de la compactadora hidráulica automatizada.

Figura 26: Planos de control de la compactadora hidráulica automatizada.



Elaborado por: Rodríguez Johnny y Angel Sigcha

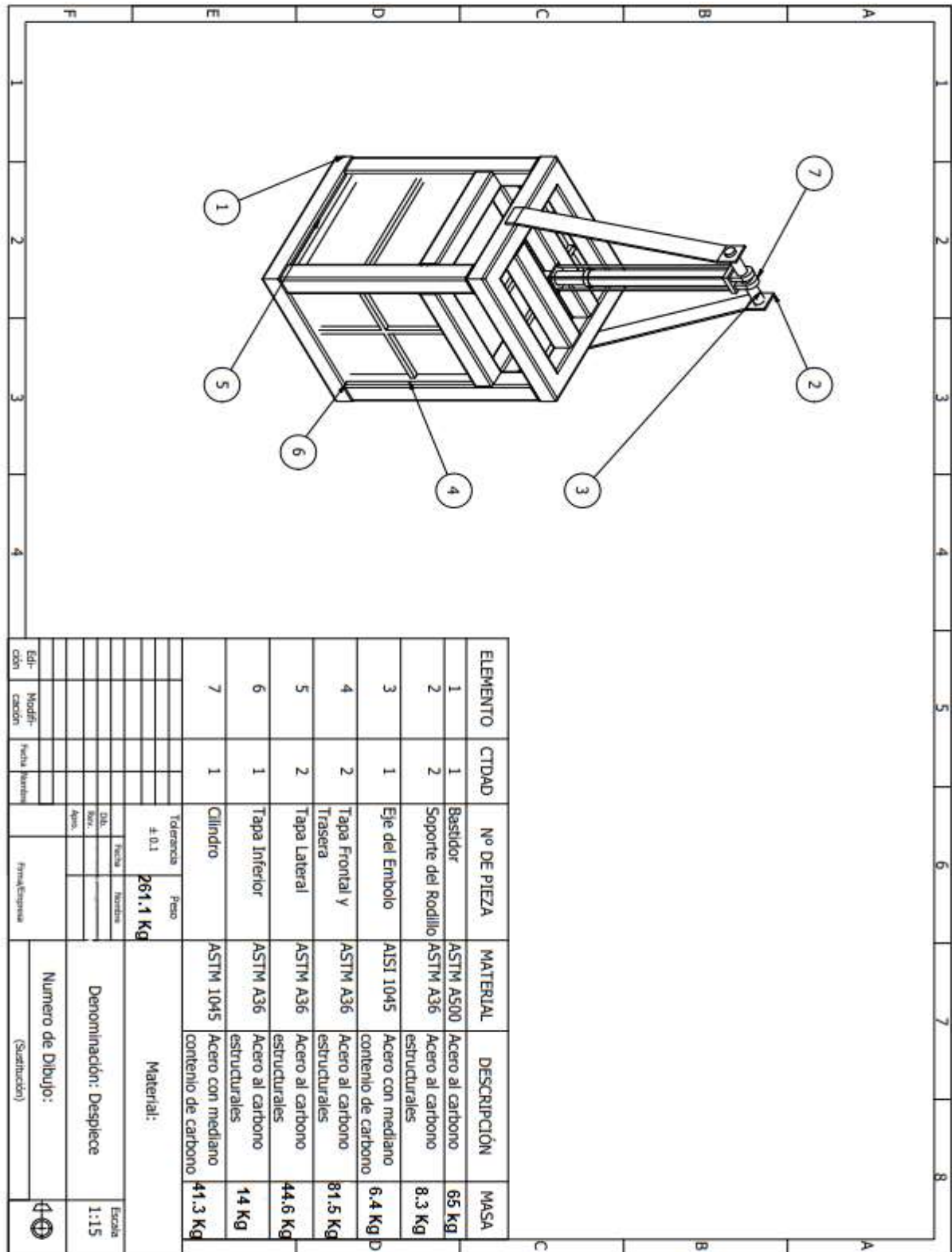






12.3.4. Planos de la compactadora hidráulica automatizada.

Figura 29: Planos de la compactadora hidráulica automatizada.



Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

#### 13.1. Costos directos

**Tabla 4:** Presupuesto para la elaboración del proyecto “costos directos”

<b>Costos directos de la elaboración del proyecto</b>			
<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor U.</b>	<b>Valor T.</b>
<b>Materiales hidráulicos</b>			
1	Manómetro de glicerina hasta 100 bar	17.87	17.87
5 gal	Aceite hidráulico Premium rojo	9.80	49.00
1	1 palanca 10 GPM mando hidráulico	107.14	107.14
4	R1 3/8 presión 100 bar mangueras remachada angueras remachadas con puntas cónicas	11.16	44.64
1	Kit de accesorios de conexión de alta presión	15.00	15.00
1	R1 ½ presión 300 bar mangueras remachadas con puntas cónicas	13.40	13.40
1	Filtro hidráulico con base	35.71	35.71
1	Cilindro 3 pulgadas	300.00	300.00
1	Visor de nivel incluye medidor de temperatura	15.18	15.18
1	Coupling 24 cd	37.71	37.71
1	Bomba hidráulica de engranajes 4 GPM	185.36	185.36
1	Manguera cañería abrazadera	4.00	4.00
<b>Materiales para motor eléctrico</b>			
	<b>1</b>	215.00	215.00
	<b>Motor 5 HP 110/220 voltios 1720rpm</b>		
<b>2</b>	Acople de conexión	4.50	9.00
<b>1</b>	Pulsador de arranque y paro de emergencia	6.70	6.70
<b>1</b>	Enchufe	1.79	1.79
<b>4 mts</b>	Cable concéntrico 3x 12	2.10	8.40
<b>Materiales para soporte y estructura</b>			
<b>1</b>	150x35cm x 2mm de plancha de acero	30.00	30.00
<b>1</b>	Tol 240x 80cm x 136mm galvanizado	20.00	20.00
<b>120cm</b>	De Angulo de 2 pulgadas de 5 mm	9.00	9.00
<b>2</b>	Tubos cuadrados de 50x50x4mm	48.00	96.00
<b>130cm</b>	Platina ¾ x ¼	4.75	4.75
<b>1</b>	Plancha de acero 130x 70cm x 3mm	35.00	35.00

<b>10</b>	Pernos 5/16 x 1 pulgada	0.30	3.00
<b>2</b>	Prisioneros milimétricos	0.25	0.50
<b>1</b>	Perno 5/8 x 1 pulgada	2.00	2.00
<b>Materiales de construcción</b>			
<b>1</b>	Libra de electrodos 60/11	1.50	1.50
<b>4</b>	Discos de corte 7 pulgadas	2.00	8.00
<b>3</b>	Libra de electrodos 70/18	2.00	6.00
<b>1 LIT</b>	Pintura fonda	7.50	7.50
<b>1</b>	Libra de electrodos 60/13	3.20	3.20
<b>1LIT</b>	Pintura esmalte azul brillante	4.25	4.25
<b>1</b>	Guaie funda	1.00	1.00
<b>2LIT</b>	Diluyente	2.00	4.00
<b>TOTAL</b>			<b>1297,6 \$</b>

Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### 13.2. Costos indirectos

Tabla 5: Presupuesto para la elaboración del proyecto “costos indirectos”

<b>Costos indirectos de la elaboración del proyecto</b>		
<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor T.</b>
<b>Alimentación</b>	21	21
<b>Transporte</b>	15	15
<b>Gastos varios</b>	30	30
<b>Subtotal</b>		<b>66 \$</b>

Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

### 13.3. Inversión total

Tabla 6: Presupuesto para la elaboración del proyecto “inversión total”

<b>Inversión total de la elaboración del proyecto</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Valor total</b>
Costos directos	1297.6
Costos indirectos	66
Subtotal	1363.2

Elaborado por: Rodriguez Johnny y Angel Sigcha

## **14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **14.1. Conclusiones**

- Nuestro diseño nos permitió construir una máquina de compactado automatizada en base a los cálculos realizados para garantizar que todos los componentes y materiales para sus estructuras sean los adecuados y que cumplan con su función, ya que se debe tomar en cuenta el peso del cilindro y la fuerza que este aplica.
- La máquina compactadora produce un bloque de PET de  $0.56 \text{ m}^3$  en 10 segundos compactando alrededor de 1.217 botellas, la fuerza aplicada para este trabajo es de 17033.33 kgf.
- La compactadora de plástico logra compactar bloques de PET de  $1\text{m} \times 0.80\text{m} \times 0.70\text{m}$ , pero también puede compactar otros materiales reciclables como lo son latas de bebidas y cartón.

### **14.2. Recomendaciones**

- Al momento de compactar los materiales reciclables se recomienda vaciarlo de cualquier líquido, así como también retirar las tapas de las botellas de PET, esto se lo hace con el fin de que el aire que contengan dichos envases pueda salir sin oponer una resistencia a la compactadora.
- Es recomendable que se cambie el líquido hidráulico periódicamente ya que este con el tiempo de uso va perdiendo sus propiedades y perderá eficiencia al momento de realizar los trabajos de compactación.

## 15. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- MecatrónicaLATAM. (23 de Abril de 2021). Motor de corriente continua (cc) o directa (DC).  
Obtenido de MecatrónicaLATAM:  
<https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/motor/motores-electricos/motor-de-corriente-continua/>
- Acero y sistemas hidraulicos de México . (26 de Marzo de 2018). ASHM. Obtenido de  
<https://www.ashm.mx/blog/funciones-de-un-deposito-de-aceite/>
- Agency For Toxic Substances And Disease Registry. (1997). Fluidos Hidráulicos. Atsdr, 1-2.
- Alianza Basura Cero Ecuador. (Abril de 2022). Ecuador sigue importando miles de toneladas de desechos plásticos, sobre todo desde EEUU. Obtenido de  
<https://www.uasb.edu.ec/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Desechos-plasticos-Alianza-Basura-Cero-Ecuador-2022.pdf>
- Arandes, J. M., Bilbao, J., & López, V. D. (Marzo de 2004). Reciclado De Residuos Plásticos. Revista Iberoamericana de Polímeros, 5(1), 28-29. Obtenido de  
<http://www.arpet.org/docs/Reciclado-de-residuos-plasticos-Revista-Iberoamericana-de-Polimeros.pdf>
- Arroyo Rosa, J. (Septiembre de 2013). Obtenido de Bombas de paletas:  
<https://temariosformativosprofesionales.files.wordpress.com/2013/09/bombas-de-paletas.pdf>
- Control, M. (12 de Julio de 2021). Madicontrol. Obtenido de Componentes de los Sistemas Hidráulicos: Beneficios y ventajas de contar con un sistema hidráulico:  
<https://www.madicontrol.com/componentes-sistemas-hidraulicos/>
- Fabian, P. E., & Fabricio, V. H. (Marzo de 2022). repositorio.utc.edu.ec. Obtenido de  
<http://repositorio.utc.edu.ec/browse?type=author&value=Vaca+Hinojosa%2C+Danny+Fabricio>
- Gaona , K. (2016). Válvulas De Presión Hidráulica. Obtenido de Mecatronica Un espacio para aprender más .
- Hernández, E. (2014). Hidrodinámica. Mexico .

- HNSA Ingenieros S.A. . (Julio de 2022). HNSA Ingenieros . Obtenido de <http://www.hnsa.com.co/maquinas-compactadoras/>
- López, C. C., & Bajaña, H. J. (26 de Mayo de 2016). Diseño y implementación de una compactadora de envases y latas de PET. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13386/1/UPS-GT001750.pdf>
- Martín Domingo, A. (2011). Apuntes de Mecánica de Fluidos. España.
- Narvárez Vásquez , M., & Luna Marín. , J. (Abril de 2014). Tesis de Grado para la obtención del Título de Ingenieros en Negocios Internacionales. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/64/1/T-UIDE-0018.pdf>
- Pacheco, E. C., & Vaca, H. D. (Marzo de 2022). Implementación de una máquina prototipo para compactar envases de plástico desechados. La Maná, Cotopaxi, Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi Ectensión La Maná.
- PCE intruments. (2022). Manómetro. Obtenido de Uso del manómetro: <https://www.pce-instruments.com/f/espanol/media/manometro-uso.pdf>
- Recytrans . (24 de Septiembre de 2014). Soluciones Globales para el reciclaje. Obtenido de <https://www.recytrans.com/blog/compactadores-de-residuos/#:~:text=Una%20compactador%20de%20residuos%20o,de%20m%C3%A1s%20cantidad%20de%20residuo.>
- RENEDO, C. (2020). Universidad de Catambria . Obtenido de valvulas distribuidoras: <https://personales.unican.es/ortizff/NPdf/T14%20Valvulas%20Distribuidoras.pdf>
- Supplytec. (2022). Obtenido de Mangueras Hidráulicas: <https://supplytec.com.co/portfolio/mangueras-hidraulicas/>
- Tapia Lemos , J. (Diciembre de 2018). Diseño de una compactadora horizontal de plástico reciclado para el centro de reciclaje REIPA. Obtenido de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7985/1/141268.pdf>

Universidad Nacional de Asunción . (Marzo de 2011). Facultad de Ingenieria . Obtenido de [http://www.ing.una.py/pdf\\_material\\_apoyo/mh-class03-2011.pdf](http://www.ing.una.py/pdf_material_apoyo/mh-class03-2011.pdf)

Universidad Nacional de la Plata. (Julio de 2022). Ulp.edu.ar. Obtenido de <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/32/33732/cbe4aba99c3a4eccc904dd2c666d1f03.pdf>

Universidad Tecnológica de Pereira. (2021). Obtenido de Bomba de engranajes externos : <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/51aaf744-ea91-4413-a0ba-3c2a2fa4afd0/content>

UTECSA. (2020). Componentes oleohidraulicos. Obtenido de <https://www.utecsa.cl/portfolio/filtros-hidraulicos-y-accesorios/#:~:text=El%20filtro%20es%20un%20elemento,1%C3%ADneas%20de%20presi%C3%B3n%20y%20retorno.>

UTECSA. (Julio de 2022). Obtenido de <https://www.utecsa.cl/portfolio/mangueras-hidraulcas/>  
<https://www.utecsa.cl/portfolio/mangueras-hidraulcas/>

Zamora Parra, B., & Viedma Robles, A. (2016). Maquinas Hidráulicas . Cartagena: Rai UPCT.



## 16. ANEXOS

### Anexo 1: Evidencias fotográficas del desarrollo del proyecto

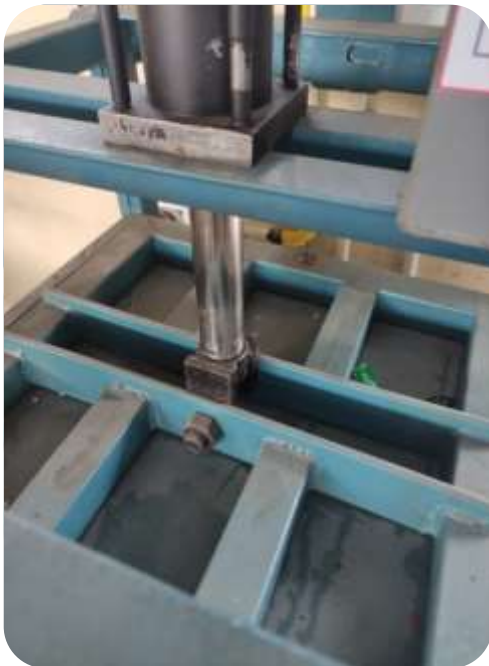
**Foto 1:** Instalación del manómetro de seguridad para verificar las presiones.



**Foto 2:** Comprobando los niveles del líquido hidráulico.



**Foto 3:** Accionamiento del pistón hidráulico.



**Foto 4:** Supervisión de la altura mínima de la plancha compactadora.



**Anexo 2:** Hoja de vida del tutor del proyecto de investigación.

<b>DATOS PERSONALES</b>		
Nombres:	Johnatan Israel	
Apellidos:	Corrales Bonilla	
Nacionalidad:	Ecuatoriana	
Fecha de nacimiento:	15 octubre de 1990	
Lugar de nacimiento:	Latacunga	
Cédula de identidad:	0503145518	
Estado civil:	Casado	
Teléfono:	0984180679	
Dirección domiciliaria:	Latacunga	
Cantón:	Latacunga-Cotopaxi-Ecuador	
Correo electrónico:	corralesjohnatan@gmail.com	
<b>ESTUDIOS REALIZADOS</b>		
Instrucción primaria:	Unidad Educativa San José La Salle	
Instrucción secundaria:	Unidad Educativa Hermano Miguel	
Tercer nivel:	Universitarios: Universidad Internacional del Ecuador (UIDE)	
Posgrado:	Instituto Tecnológico de Leiria (IPL- Portugal)	
<b>CERTIFICADOS OBTENIDOS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Circuits and Electronics 6.002x" Curso de estudio en línea ofrecido por MITX "INSTITUTO DE MASSACHUSETTS DE TECNOLOGÍA".</li> <li>• "ENERGÍAS RENOVABLES Y CAMBIO CLIMÁTICO".</li> <li>• "Seminarios de Contabilidad y Auditoría" Universidad Tecnológica Indoamérica.</li> <li>• "TALLER TÉCNICO DE VÁLVULAS DE CONTROL FISHER".</li> <li>• 'SISTEMA DE CONTROL DELTAV NIVEL BÁSICO'.</li> <li>• 'SISTEMA DE CONTROL DELTAV NIVEL INTERMEDIO'.</li> <li>• Desafíos de la Gestión de Personas con la inserción de la Industria 4.0.</li> <li>• Construcción de una cnc para madera.</li> <li>• Diseño y construcción de "sistema mecatrónico con movimiento en los 3 ejes y reconocimiento de objetos."</li> <li>• Diseño y construcción de un sistema de clasificación y empaquetado de huevos.</li> <li>• Diseño y construcción de "brazo soldador con tres grados de libertad"</li> </ul>		

Ing. M.Sc. Johnatan Israel Corrales Bonilla  
C.I: 0503145518

**Anexo 3:** Hoja de vida del estudiante investigador del proyecto

<b>CURRICULUM VITAE</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>	
Nombres:	Johnny Stalin
Apellidos:	Rodriguez Chalacan
Nacionalidad:	Ecuatoriana
Fecha de nacimiento:	18 de Agosto de 1999
Lugar de nacimiento:	Cotopaxi – La Mana
Cédula de identidad:	094162446-2
Estado civil:	Soltero
Teléfono:	0960797924
Dirección domiciliaria:	Recinto San Francisco De Chipe
Cantón:	La Maná
Correo electrónico:	Johnny.rodriguez4462@utc.edu.ec
<b>ESTUDIOS REALIZADOS</b>	
Instrucción primaria:	Unidad Educativa “Galo Plaza Lasso”
Instrucción secundaria:	Unidad Educativa “Siete De Octubre ”
<b>TÍTULOS OBTENIDOS</b>	
➤ Bachiller Técnico – Industriales “Instalaciones, Equipos Y Maquinas Eléctricas”	
<b>CERTIFICADOS OBTENIDOS</b>	
➤ Curso “Soldadura”	
➤ Curso “Torno Y Fresa”	
➤ Curso “Auxiliar En Domótica”	
➤ Curso de Networking Academy “Introducción a la ciberseguridad”	
➤ Estudiante Participante de la “I Jornada Científica Empresarial De Ingeniería Electromecánica”.	
➤ Certificación “Prevención En Riesgos Laborales”	



Johnny Stalin Rodriguez Chalacan  
C.I: 094162446-2

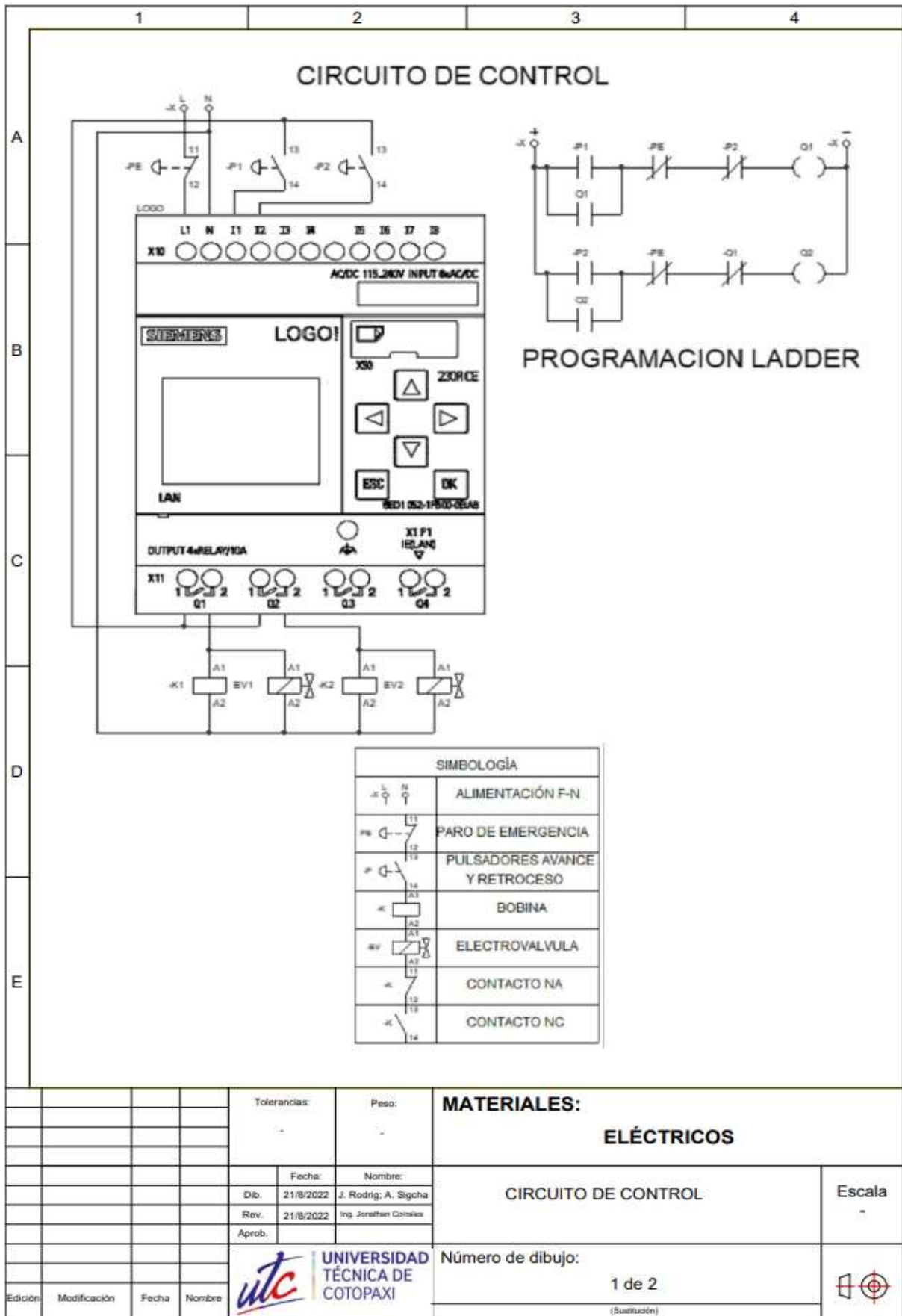
**Anexo 4:** Hoja de vida del estudiante investigador del proyecto

<b>CURRICULUM VITAE</b>	
<b>DATOS PERSONALES</b>	
Nombres:	Angel Israel
Apellidos:	Sigcha Chitalogro
Nacionalidad:	Ecuatoriana
Fecha de nacimiento:	16 de abril del 1999
Lugar de nacimiento:	Valencia
Cédula de identidad:	1208113926
Estado civil:	Soltero
Teléfono:	0979246557
Dirección domiciliaria:	Vía principal a Pucayacu
Cantón:	La Mana
Correo electrónico:	angel.sigcha3926@utc.edu.ec
<b>ESTUDIOS REALIZADOS</b>	
Instrucción primaria:	Doctor Carlos Andrade Marín
Instrucción secundaria:	Unidad Educativa Guasaganda
<b>TÍTULOS OBTENIDOS</b>	
Bachillerato General Unificado	
<b>CERTIFICADOS OBTENIDOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Curso “Soldadura”</li><li>➤ Curso “Torno Y Fresa”</li><li>➤ Curso “Auxiliar En Domótica”</li><li>➤ Curso de Networking Academy “Introducción a la ciberseguridad”</li><li>➤ Estudiante Participante de la “I Jornada Científica Empresarial De Ingeniería Electromecánica”.</li><li>➤ “Prevención En Riesgos Laborales”</li></ul>	

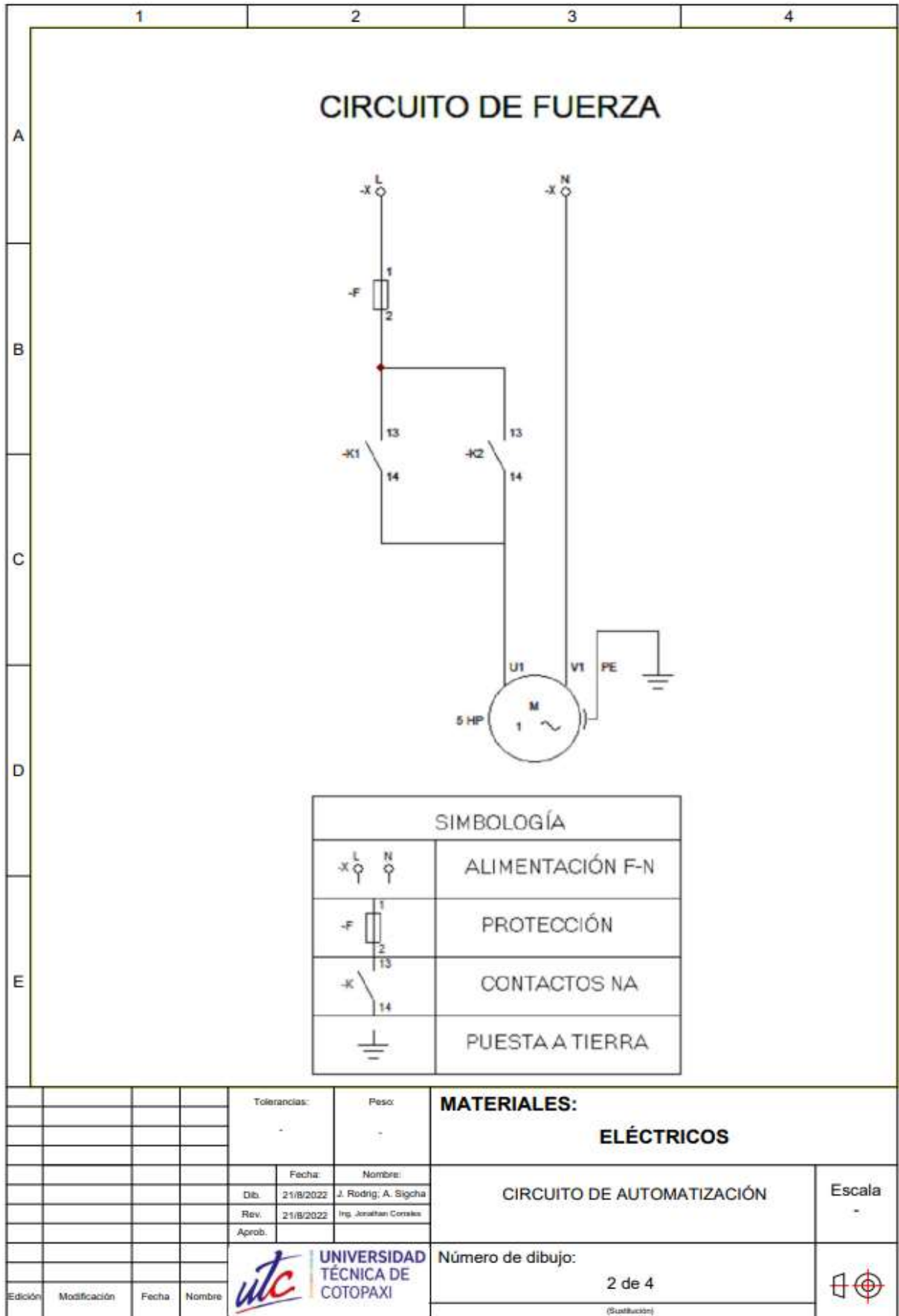


Angel Israel Sigcha Chitalogro  
C.I: 120811392-6

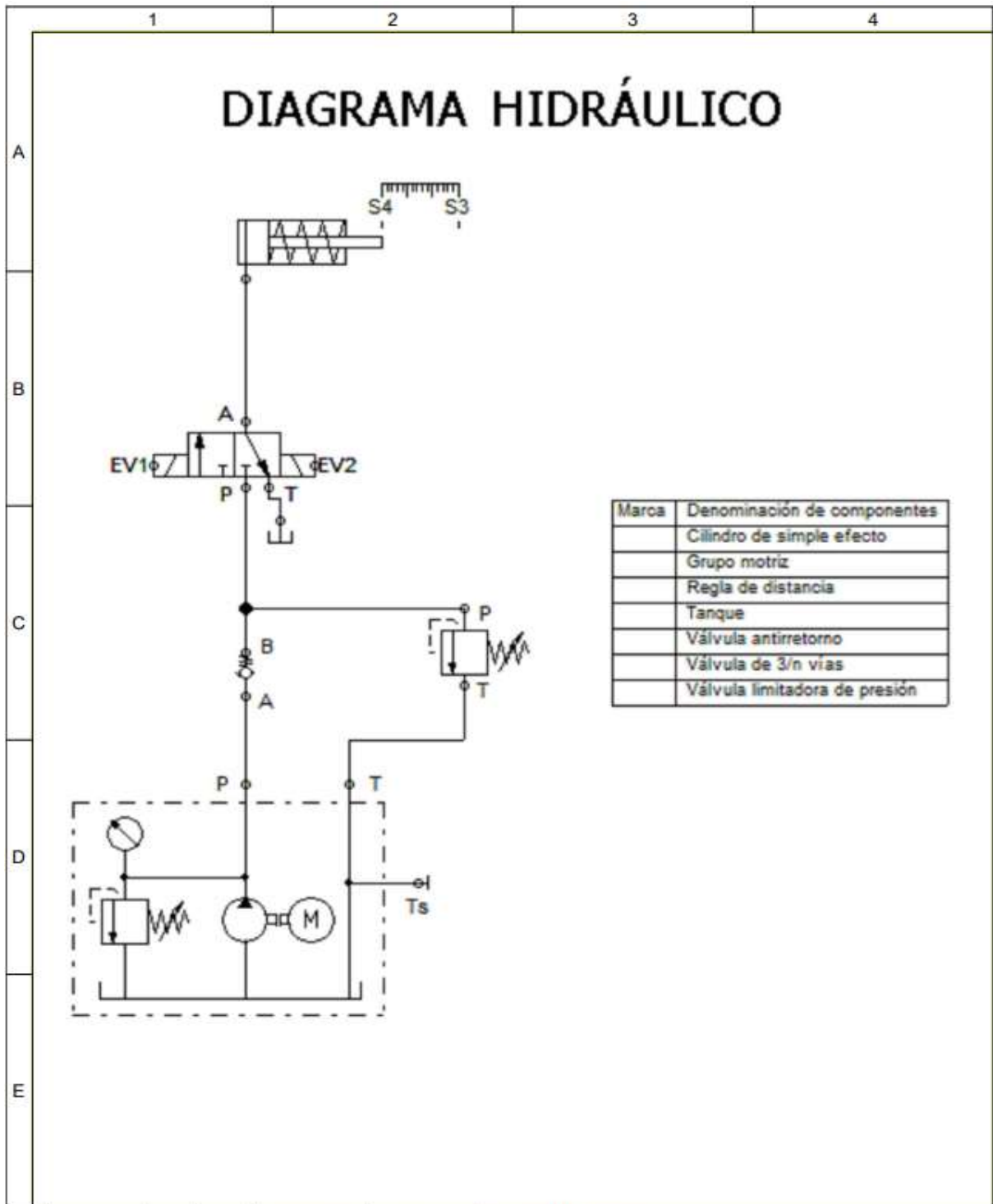
Anexo 5: Planos del circuito de control.



**Anexo 6:** Planos del circuito de fuerza.



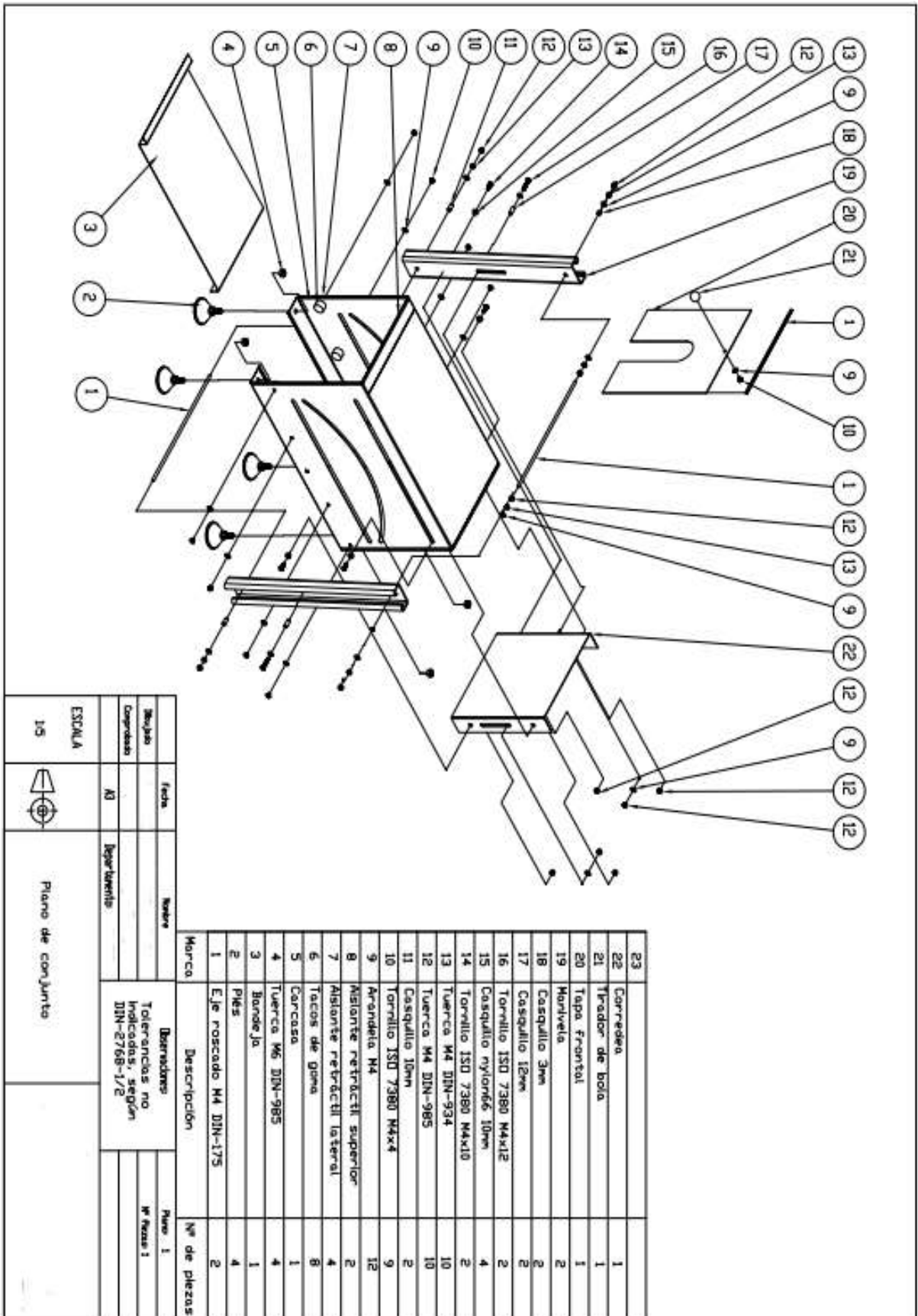
Anexo 7: Diagrama hidráulico



Marca	Denominación de componentes
	Cilindro de simple efecto
	Grupo motriz
	Regla de distancia
	Tanque
	Válvula antirretorno
	Válvula de 3/n vías
	Válvula limitadora de presión

				Tolerancias:	Peso:	<b>MATERIALES:</b>	
						<b>HIDÁULICOS</b>	
				Fecha:	Nombre:	CIRCUITO HIDRAULICO	Escala -
				Dib. 21/8/2022	J. Rodrig; A. Sigcha		
				Rev. 21/8/2022	Ing. Jonathan Coronel		
				Aprob.		Número de dibujo:	
						2 de 2	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>			
						(Sustitución)	

Anexo 8: Estructura de la maquina compactadora.





**Anexo 9:** Aval de traducción idioma ingles



**CENTRO  
DE IDIOMAS**

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA DE PLÁSTICOS RECICLABLES AUTOMATIZADA PARA LA ASOCIACIÓN ASOSERMANGUI EN EL CANTÓN LA MANÁ”** presentado por: **Rodriguez Chalacan Johnny Stalin y Sigcha Chitalogro Angel Israel**, egresado de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, agosto del 2022

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Olga Samanda Mg.', is written over a horizontal line.

**Lic. Abedrabbo Ramos Olga Samanda Mg.**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**C.I: 050351007-5**





## Anexo 10. Similitud de contenido



### Document Information

Analyzed document	1.0.1 MAQUINA RECICLADORA_Otro.pdf (D143338256)
Submitted	8/29/2022 3:18:00 AM
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / Pacheco_CORECCION DE LA TESISI FINAL 2022- 01 (Reparado).pdf</b> Document Pacheco_CORECCION DE LA TESISI FINAL 2022- 01 (Reparado).pdf (D132968540) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com	 <b>11</b>
<b>SA</b>	<b>Informe_Levantamiento_Abril_Almeida_Freire_Guerra_Jacome_Toalombo.pdf</b> Document Informe_Levantamiento_Abril_Almeida_Freire_Guerra_Jacome_Toalombo.pdf (D113066333)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / PROYECTO-RODRIGUEZ JOHNNY-SIGCHA ANGEL.1.docx</b> Document PROYECTO-RODRIGUEZ JOHNNY-SIGCHA ANGEL.1.docx (D143296890) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.orkund.com	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>SANCHEZ&amp;BARBOZA INVESTIGACION II 2018-I.docx</b> Document SANCHEZ&BARBOZA INVESTIGACION II 2018-I.docx (D40599289)	 <b>1</b>