



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

MODALIDAD: PROYECTO TÉCNICO

TEMA:

*DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA COMPACTADORA DE
RESIDUOS SÓLIDOS PLASTICOS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
MANABI*

AUTORES:

MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE

MORRILLO SOLORZANO HENRY JOSÉ

TUTOR:

ING. GALO ARTURO PERERO ESPINOZA Mg.

REVISOR:

ING. ALFREDO CECILIO ZAMBRANO RODRIGUEZ MSC.

PORTOVIEJO - MANABÍ – ECUADOR 2021

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional, a mi hermano Adrián que siempre estuvo en todo momento para mí, así mismo a mi abuelita muchas gracias para ti también por siempre darme tu apoyo.

Gracias también a mi compañero de tesis Henry Morrillo por tu sincera amistad y por tus valiosos consejos.

A todas las personas que formaron parte de este duro camino, desde el principio hasta el final del mismo.

Moreira Pinargote Kerly Gisselle

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Alfonso y Tania quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Kenia, Wendy y Alex por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una otra forma me acompaña en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis tíos Yandri y Belfor, y mi hermano de corazón Yandri José, por siempre apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, a todos mis amigos, vecinos y futuros colegas que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

No puedo dejar de agradecerte especialmente a ti Kerly Moreira, mi compañera fiel de Universidad, de tesis y ahora de corazón y vida.

Morillo Solorsano Henry Jose

AGRADECIMIENTO

Queremos hacer ostensible el agradecimiento a todas aquellas personas que de una y otra manera estuvieron involucradas en la labor investigativa, a la Universidad Técnica de Manabí, que abrió sus puertas para cumplir el camino en la profesionalización, a los maestros y maestras de tan digna institución, que con sus conocimientos ayudaron en este camino.

Al Ing. Galo Arturo Perero Espinoza Mg, director de nuestro trabajo de titulación, por su apoyo y colaboración en todo momento.

Al Ing. Alfredo Zambrano Rodriguez Msc, revisor de nuestro trabajo de titulación, cuyos conocimientos quedaron plasmados en su asesoramiento.

A nuestros amigos con los que compartimos dentro y fuera de las aulas. Aquellos amigos, que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán nuestros colegas, gracias por todo su apoyo y diversión.

Moreira Pinargote Kerly Gisselle

Morillo Solorsano Henry Jose

CERTIFICACION DEL TUTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS, FÍSICAS Y QUÍMICAS

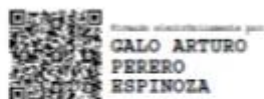
CERTIFICACIÓN

Quien suscribe la presente Ing. Galo Arturo Perero Espinoza Mg, Docente de la Universidad Técnica de Manabí, de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas; en mi calidad de Tutor del trabajo de titulación: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA COMPACTADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS PLASTICOS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABI” desarrollada por los profesionistas: Los señores MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE y MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE en este contexto, tengo a bien extender la presente certificación en base a lo determinado en el Art. 8 del reglamento de titulación en vigencia, habiendo cumplido con los siguientes procesos:

- Se verifico que el trabajo desarrollado por los profesionistas cumple con el diseño metodológico y rigor científico según la modalidad de titulación aprobada.
- Se asesoró oportunamente a los estudiantes en el desarrollo del trabajo de titulación.
- Presentaron el informe del avance del trabajo de titulación a la comisión de titulación especial de la facultad.
- Se confirmo la originalidad del trabajo de titulación.
- Se entrego al revisor una certificación de haber concluido el trabajo de titulación.

Cabe, mencionar que durante el desarrollo del trabajo de titulación los profesionistas pusieron mucho interés en el desarrollo de cada una de las actividades de acuerdo al cronograma trazado.

Particular que certifico para los fines pertinentes.



Ing. Galo Arturo Perero Espinoza, Mg

TUTOR

INFORME DEL REVISOR

Luego de haber realizado el trabajo de titulación, en la modalidad de proyecto técnico y que lleva por tema: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA COMPACTADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS PLASTICOS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABI", desarrollado por los señores: MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE con número de cedula 1315048908 y MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE con número de cédula 1315919322, previo a la obtención del título de INGENIERO INDUSTRIAL, bajo la tutoría y control del señor Ing. Galo Arturo Perero Espinoza Mg, docente de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas y cumpliendo con todos los requisitos del nuevo reglamento de la Unidad de Titulación Especial de la Universidad Técnica de Manabí, aprobada por el H. Consejo Universitario, cumpla con informar que, en la ejecución del mencionado trabajo de titulación, sus autores:

- Han respetado los derechos de autor correspondiente a tener menos del 10 % de similitud con otros documentos existentes en el repositorio.
- Han aplicado correctamente el manual de estilo de la Universidad Andina Simón Bolívar de Ecuador.
- Las conclusiones guardan estrecha relación con los objetivos planteados.
- El trabajo posee suficiente argumentación técnica científica, evidenciado en el contenido bibliográfico consultado.
- Mantiene rigor científico en las diferentes etapas de su desarrollo.

Sin más que informar suscribo este documento NO VINCULANTE para los fines legales pertinentes.



ING. ALFREDO CECILIO ZAMBRANO RODRIGUEZ MSC.
REVISOR

DECLARACION SOBRE DERECHOS DE AUTORES

Quienes firmamos la presente, profesionistas; MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE y MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE, en calidad de autores del trabajo de titulación realizada sobre “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUINA COMPACTADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS PLASTICOS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ”, por la presente autorizamos a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, hacer uso de todos los contenidos que nos pertenecen o de parte de los que contienen este proyecto, con fines estrictamente académicos o de investigación. Los derechos que como autores nos corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a nuestro favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8, 19 y demas pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento. Así mismo las conclusiones y recomendaciones contantes en este texto, son criterios netamente personales y asumimos con responsabilidad la descripción de las mismas.


.....
Moreira Pinargote Kerly Gisselle
AUTOR


.....
Morrillo Solorzano Henry José
AUTOR

ÍNDICE

CERTIFICACION DEL TUTOR.....	V
DECLARACION SOBRE DERECHOS DE AUTORES.....	VII
1. CAPITULO I.....	14
1.1. Tema	14
1.2. Localización del proyecto	14
1.2.1. Macro localización	14
1.2.2. Micro localización	14
1.3. Antecedentes	15
1.4. Planteamiento del problema.....	16
1.5. Formulación del problema	17
1.6. Delimitación de la investigación.....	17
1.6.1. Espacial.....	17
1.6.2. Temporal.....	17
1.7. Hipótesis	17
1.7.1. Variable independiente	17
1.7.2. Variable dependiente	17
1.8. Visualización del alcance de estudio	17
1.8.1. Aporte social.....	18
1.8.2. Aporte comunitario.....	18
1.8.3. Aporte técnico.....	18
1.8.4. Aporte científico	18
1.9. Objetivos.....	19
1.9.1. Objetivo general	19
1.9.2. Objetivos específicos	19
1.10. Justificación.....	19
2. 2. CAPITULO II	21
2.1. Marco teórico	21
2.1.1. Reciclaje en el Ecuador	21
2.1.2. Reciclaje en la Universidad Técnica de Manabi	25
2.2. Contextualización del proyecto	30
2.3. Conceptos de diversos elementos del proyecto	31
2.4. Selección de diversos elementos del proyecto.....	52
3. CAPÍTULO III	75
3.1. Marco metodológico	75

3.2.	Nivel de la investigación.....	75
3.3.	Análisis e interpretación de los resultados.....	77
3.3.1.	Verificación de la hipótesis.	83
3.3.2.	Diseño de la compactadora hidráulica.....	83
3.3.3.	Descripción del diseño final	87
3.3.4.	Cálculo de los elementos involucrados	88
3.4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	106
3.4.1.	Conclusiones.....	106
3.4.2.	Recomendaciones	107
4.	CAPÍTULO IV.....	108
4.1.	Cronograma del proyecto de titulación.....	108
4.2.	Presupuesto de costo del proyecto de titulación	111
4.3.	Cronograma valorado del proyecto de titulación.....	113
4.4.	Bibliografías.....	116
	Anexos.....	119

Índice de figuras

Figura 1.	Universidad Técnica de Manabí.....	14
Figura 2.	Micro localización del taller de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y químicas, en el interior de la universidad técnica de Manabí.....	15
Figura 3.	Depósitos de basura diferenciados	22
Figura 4.	Personas reciclando en la ciudad de Quito.....	24
Figura 5.	Caseta de basura en la Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación de la UTM.....	25
Figura 6.	Código de identificación de resinas de plásticos.....	26
Figura 7.	Botellas plásticas	29
Figura 8.	Botellas compactadas.	30
Figura 9.	Ecuación de continuidad	33
Figura 10.	Principio del desplazamiento positivo.....	35
Figura 11.	Bombas de desplazamiento positivo.....	37
Figura 12.	Bomba hidráulica de engranajes externos	39
Figura 13.	Bomba de engranaje interno	41
Figura 14.	Motores de corriente alterna.	42
Figura 15.	Esquema base de un cilindro hidráulico	43
Figura 16.	Esquema representativo de las carreas de avance, trabajo y retorno.....	46
Figura 17.	Esquema representativo de las carreas de avance, trabajo y retorno.....	47
Figura 18.	Modelo de un cilindro de doble efecto.	48
Figura 19.	Esquema de una válvula anti retorno.....	50
Figura 20.	Movimiento del fluido dentro de una válvula direccional.....	51
Figura 21.	Elementos de un depósito de aceite.....	53
Figura 22.	Tuberías PVC	54
Figura 23.	Manguera con refuerzo de malla de acero.....	55
Figura 24.	Partes de la conexión rápida.	56
Figura 25.	Distintos tipos de conexiones roscadas.	57
Figura 26.	Conexión roscada de abrazadera conectada a una manguera.	57
Figura 27.	Conexión roscada tipo permanente conectada a una manguera.	58
Figura 28.	Conexión roscada tipo permanente conectada a una manguera.	59
Figura 29.	Proceso de unión de las planchas de acero laminado caliente.....	60
Figura 30.	Compactador vertical.....	62
Figura 31.	Relación de compactación vs porcentaje de reducción de volumen.	63

Figura 32.	Densidad de los desechos sólidos vs presión aplicada	64
Figura 33.	Algunos tipos de uniones.....	67
Figura 34.	Clasificación de electrodos	68
Figura 35.	Designación de electrodo.....	69
Figura 36.	Composición química del metal depositado.....	71
Figura 37.	Características de los electrodos 6011.....	72
Figura 38.	Interruptores eléctricos.	73
Figura 39.	Pulsadores de parada y puesta en marcha.....	73
Figura 40.	Diagrama hidráulico del control de una compactadora.	88
Figura 41.	Esquema de la maquina compactadora.....	90
Figura 42.	Serie CHKDB Esfuerzo teórico.....	91
Figura 43.	Placa móvil	92
Figura 44.	Área de compactación	93
Figura 45.	Vástago del cilindro.....	95
Figura 46.	Diagrama del cilindro.	96
Figura 47.	Cilindro hidráulico.....	97
Figura 48.	Mangueras hidráulicas de 330 BAR/4800 PSI.....	100
Figura 49.	Placa de la bomba de engranaje hidráulica.....	103
Figura 50.	Bomba de engranaje hidráulica.	103

Índice de tablas

Tabla 1.	Módulo de Información Ambiental en Hogares.....	22
Tabla 2.	Tipos de plásticos	28
Tabla 3.	Tipo de envases.	77
Tabla 4.	Promedio de bebidas en botellas plásticas desechables.	78
Tabla 5.	Botellas después de su uso.	79
Tabla 6.	Implementación de técnicas de reciclaje.	80
Tabla 7.	Implementación de una compactadora de residuos plásticos.....	81
Tabla 8.	Construcción de una compactadora hidráulica.....	82
Tabla 9.	Pruebas de presión de distintas botellas	89
Tabla 10.	Valores por botellas. Lema Y Montoya, 2018.	90
Tabla 11.	Medidas del cilindro hidráulico.....	96
Tabla 12.	Tabla de presión y velocidad.	101
Tabla 13.	Propiedades aceite ISO 68.....	102

Índice de anexos

Anexo 1. Tabla de resistencia de distintas clases de botellas plásticas	119
Anexo 2. Proceso de construcción de la maquina compactadora	127
Anexo 3. Prueba de la maquina compactadora en presencia del Rector de la Universidad Técnica de Manabí el Dr. Vicente Veliz y nuestro tutor de tesis el Ing. Galo Perero.	129
Anexo 4. Entrega de la maquina compactadora a la Universidad Técnica de Manabi.	131

CAPITULO I

1.1. Tema

Diseño y construcción de una maquina compactadora de residuos sólidos plásticos generados en la universidad técnica de Manabí.

1.2. Localización del proyecto

1.2.1. Macro localización

El presente proyecto se llevará a efecto dentro del territorio nacional ecuatoriano, en la provincia de Manabí, el cantón Portoviejo, en la parroquia 12 de marzo, Avenida José María Urbina y Che Guevara, en la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, de la Universidad Técnica de Manabí.



Figura 1. Universidad Técnica de Manabí.

Fuente: Google maps.

1.2.2. Micro localización

El lugar donde se va a realizar el presente proyecto de trabajo comunitario es el taller de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí, lugar donde se instalará la maquina compactadora para su respectivo uso.



Figura 2. Micro localización del taller de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y químicas, en el interior de la universidad técnica de Manabí.

Fuente: Google maps.

1.3. Antecedentes

Según el trabajo de titulación de la Lcda. Aina Galmés (Galmés, 2014), desde hace algunas décadas se viene desarrollando un fenómeno que incita a las personas en obtener más objetos de los necesarios y luego su pronta renovación dejando dichos objetos sin algún tipo de uso.

Este fenómeno se debe a varias razones y se lo conoce principalmente como la transición del consumo al consumismo es por ello que organizaciones que se dedican al cuidado del planeta realizan novedosas campañas para hacer que la ciudadanía se concientice sobre el daño que se le hace al planeta por diversas razones y se cuide un poco de este.

En su trabajo nombre la creación de las de las 4 eres (4R), regla que cuida el ambiente, específicamente para reducir el volumen de basura generada.

Reducir: Es la palabra más importante de las 4R. Si se redujera la producción y el uso de productos innecesarios no fuera necesario la reutilización ni el reciclaje.

Reutilizar: Al utilizar objetos que anteriormente han sido guardados o desechados por vanidad hasta que cumplan su vida útil se contribuye de gran manera con la naturaleza ya que se va a necesitar menos materia prima para la fabricación de nuevos artefactos.

Reciclar: Es la R más común en la teoría, pero la menos eficaz en la práctica. Consiste en utilizar la materia prima de un material haya sido desechado para luego convertirse en un producto nuevo.

Recuperar: Esta cuarta R, hace referencia a la recuperación de materiales considerados secundarios para la producción de energía. Es decir, se trataría de usar un residuo generado en otro proceso distinto del que lo ha producido. (Galmés, 2014).

1.4. Planteamiento del problema

La basura como residuo o desechos es producto de las actividades humanas algunas veces puede producir malos olores, ser repugnante o indeseable pero los hombres en su mayoría no son conscientes del impacto que produce en el entorno, ya que la acumulación de residuos domésticos sólidos constituye hoy en día un problema agobiante en el país.

La Universidad Técnica de Manabí, en la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí, no se escapa de esta realidad actualmente confronta la problemática con el ambiente; como es el problema de la basura como papel, cartones, plásticos, restos de comidas, latas entre otros.

El crecimiento acelerado de la población, así como los hábitos culturales han provocado que esté cada día más expuesta a mayor cantidad de desechos o residuo sólidos sin que se dedique mayor atención a un problema que se agrava generando contaminación, lo cual incide en el desarrollo de la calidad de vida de los seres humanos.

Por este motivo han implementado sitios con contenedores donde se realice la separación de basura; pero como en la entidad no se cuenta con la tecnología y el capital adecuado para dicha implementación, se presenta un proyecto que a continuación se detalla, el cual de ser aprobado nos permitirá brindar una ayuda a nuestras generaciones futuras: un medio ambiente más digno y menos contaminado.

1.5. Formulación del problema

¿De qué manera el diseño y construcción de una máquina compactadora de residuos sólidos plásticos incide en el ambiente y el entorno de la Universidad Técnica de Manabí en el periodo septiembre 2020 – febrero 2021?

1.6. Delimitación de la investigación

1.6.1. Espacial

La investigación se desarrollará en los talleres de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ciencia Matemáticas Física y Química de la Universidad Técnica de Manabí, teniendo como objetivo el diseño y construcción de una máquina compactadora de desechos sólidos generados por la UTM.

1.6.2. Temporal

Para el desarrollo de este proyecto, se considerará información existente desde el último trimestre del 2019 y su desarrollo estará en base al cronograma valorado.

1.7. Hipótesis

Al diseñar y construir una máquina compactadora para residuos sólidos en la Universidad Técnica de Manabí permitirá compactar y reducir el material reciclado, evitando la progresiva contaminación ambiental en dicha institución.

1.7.1. Variable independiente

- Reciclaje de residuos sólidos. (Botellas plásticas, botellas de aluminio y papel).

1.7.2. Variable dependiente

- Diseño y construcción de la máquina compactadora de botellas plásticas, botellas de aluminio y papel.

1.8. Visualización del alcance de estudio

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de una máquina de residuos sólidos plásticos en la Universidad Técnica de Manabí, lo que permitirá desarrollar un nuevo departamento de reciclaje en la institución, de esta manera brindar a los docentes las facilidades para mejorar la enseñanza-aprendizaje a los estudiantes en diferentes materias ya que se podrá vincular la teoría impartida en las aulas con la parte práctica de las asignaturas.

1.8.1. Aporte social

Este proyecto ayudara a la Universidad a fomentar el reciclaje en los estudiantes y la comunidad universitaria ya que al integrar esta máquina al taller de la FCMFQ todas las carreras que pertenecen a ella podrán hacer uso de la misma, también existen otras entidades como institutos técnicos u otras universidades a nivel de la provincia de Manabí que hacen uso de los talleres de la institución, es así que el mismo proyecto puede ser hincapié para otros proyectos que se mantengan en la línea del reciclaje como por ejemplo, hacer casas de botellas recicladas, parques ecológicos, muebles, entre otros proyectos que serían de gran aporte académico para la formación de la comunidad educativa técnica manabita.

1.8.2. Aporte comunitario

El proyecto tendrá un aporte eficaz al uso de un espacio físico con la reducción del material reciclado en el campus así mismo solucionará la grave problemática de la basura y sus efectos negativos que contamina el ambiente. Uno de los propósitos es abordar el reciclaje como una opción viable para innovar y emprender nuevas formas de producción alternativas, fomentando su reutilización, creando y fortaleciendo una conciencia de manejo adecuado de desechos y especial cuidado del ecosistema ; además la Universidad Técnica de Manabí se convertiría en una de las primeras universidades en el cantón en tener una planta recicladora que ayudará a brindar a nuestras generaciones futuras: un ecosistema más digno y menos contaminado.

1.8.3. Aporte técnico

Los conocimientos adquiridos en el proceso de formación de la carrera ayudo a elaborar el proyecto, al equipamiento y a realizar distintos tipos de prácticas para tener un óptimo funcionamiento de la máquina que permite compactar y reducir el material reciclado además de reducir costos de transporte y manipulación, evitando la progresiva contaminación ambiental, además del mejoramiento del desempeño profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial donde también se pretende desarrollar la cultura del reciclaje como una manera de conservar el medio ambiente al convertirse en nuevos emprendedores del reciclaje.

1.8.4. Aporte científico

El proyecto mejorara la implementación de los aspectos que contempla en su currículum la Universidad Técnica de Manabí en la parte ambiental y a su vez a dar un paso más, al asumir una parte de la responsabilidad con la comunidad universitaria al formarlos en base a una educación ambiental. Así mismo, conforme a los descrito los

estudiantes generen nuevas ideas, tal que logren con el reciclaje afianzar la educación ambiental, por ende, al ambiente.

1.9. Objetivos

1.9.1. Objetivo general

Diseñar y construir una maquina compactadora de residuos sólidos generados en la Universidad Técnica de Manabí de la ciudad de Portoviejo, provincia de Manabí.

1.9.2. Objetivos específicos

- Identificar el uso de botellas plásticas en los estudiantes de la UTM y clasificación de los residuos sólidos.
- Diseñar los planos de maquina compactadora de residuos sólidos.
- Seleccionar los diferentes elementos y materiales que componen la maquina compactadora de residuos sólidos.
- Construir la máquina compactadora de residuos sólidos.

1.10. Justificación

La contaminación ambiental, se debe a la generación de desechos líquidos o sólidos que se incrementa día a día provocando grandes problemas ecológicos esto debido al mal procesamiento de los sólidos como plástico, papel y botellas de aluminio por lo tanto con la construcción de una compactadora de desechos sólidos se reducirá el incremento permanente de la basura en la Universidad Técnica de Manabí.

El mejoramiento del proceso de recolección, manipulación y transporte de los desechos sólidos, han generado el interés por parte los directivos de la Universidad Técnica de Manabí para desarrollar e implementar un proyecto de compactación de los diferentes residuos, considerado el único en su clase ya que se realizará de acuerdo a sus necesidades.

El estudio realizado causa interés en directivos, docentes, empleados y estudiantes, por la importancia y utilidad del equipo compactador diseñado, este proyecto servirá para realizar las demostraciones prácticas de compactación de residuos sólidos como botellas plásticas, envases de aluminio entre otros.

El diseño y construcción de la máquina compactadora se lo realiza empleando acero laminado en caliente para la estructura de la maquina según su diseño, para asegurar su resistencia a los agentes químicos presentes en los residuos sólidos debe pintarse con pintura anticorrosiva y su función principal será la de compactarlos mediante un sistema oleo hidráulico.

Además de cumplir con los requerimientos establecidos solicitados, con la ayuda del estudio previo con los esfuerzos mecánicos a los que va estar sometida la máquina. De igual manera considerando el presupuesto establecido se diseñó y construyó la misma usando elementos normalizados y materiales más comerciales en el medio.

El estudio investigativo realizado es auténtico y desarrollado en base a la creatividad de los postulantes, puesto que no existe en el Universidad un equipo de estas características, para el servicio proyectado se puede encontrar en el mercado a costos muy elevados.

Los postulantes aspiran contribuir al desarrollo técnico y tecnológico de la Carrera de Ingeniería Industrial, como también en proyectos que beneficien a la comunidad.

El diseño y construcción de una compactadora mediante un sistema oleo hidráulico para compactar plástico y papel, permite reducir el volumen del material reciclado, reducir costos de transporte y manipulación, evitando la progresiva contaminación ambiental. Así mismo considerar al reciclaje como un nicho de innovación y emprendimiento toma más fuerza al observar que en la comunidad universitaria a diario se producen abundantes desechos inorgánicos, que van a parar al recolector de basura, cuando se podría utilizar para crear nuevos productos y su posterior venta, dinero que puede ser invertido para cubrir gastos generados en la institución, pues el gobierno solo cubre los pagos de profesores, luz, agua, internet y la institución necesita del mantenimiento de los laboratorios de Física, Química, baterías sanitarias, suministros de oficina, entre otros.

CAPITULO II

2.1. Marco teórico

2.1.1. Reciclaje en el Ecuador

Hasta hace pocos años la idea de que el reciclaje en el país era una actividad improductiva o poco desarrollada era aceptada por casi todos, hasta que a finales del 2011 entrara en vigencia en el Ecuador el Impuesto Redimible a las Botellas Plásticas no Retornable y según el Servicio de Rentas Internas (SRI) al año posterior se formalizaron 16 centros de acopio y solo en ese año se logró recaudar más de \$14 millones de dólares por motivo de reciclaje. (Ramírez, 2017)

En Ecuador existen más de 20 compañías legalmente constituidas para reciclar, cerca de 1 200 centros de acopio y cerca de 150000 recicladoras pequeñas. (El Telégrafo, 2013)

En la actualidad la cultura del reciclaje se encuentra en un constante desarrollo y se está concientizando sobre el efecto que causa enterrar los desechos en lugar de reciclar, es más, en el 2012 el país obtuvo un Récord Guinness gracias a la recolección de más de un millón y medio de botellas de plástico en el lapso de quince días. (El Comercio, 2015).

Según la cámara ecuatoriana-americana en el Ecuador se reciclan aproximadamente 678 000 toneladas de material por año, gran parte se lo asigna para el consumo interno y el excedente es exportado a estados unidos y china como países principales.

Hoy en día es común observar en distintos puntos de las ciudades y en establecimientos, tachos para la basura diferenciados que clasifican los desechos en tres tipos de materiales (vidrio, plástico/latas y papel/cartón) para un óptimo reciclaje como se demuestra en la figura 3. (El Comercio, 2013)



Figura 3. Depósitos de basura diferenciados
Fuente: El comercio, 2013

El INEC presentó un informe en su página principal sobre el porcentaje de hogares que clasificaron sus desechos además del ahorro de agua y energía hasta el 2018 y los representa en la tabla 1.

Año	Desagregación	%
2010	Nacional	25.2%
2011	Nacional	29.9%
2012	Nacional	31.6%
2013	Nacional	*22,74%
2014	Nacional	38.3%
2015	Nacional	39.4%
2016	Nacional	41.5%
2017	Nacional	47.5%
2018	Nacional	52.3%
	Urbano	49.0%
	Rural	59.7%

Tabla 1. Módulo de Información Ambiental en Hogares
Fuente: INEC <https://n9.cl/6y9uh4>

El instituto ecuatoriano de normalización (INEN) así como la American National Standards Institute (ANSI), la American Iron Steel Construction (AISC) y American Society for Testing and Materials (ASTM) no poseen registros de estándares para la construcción de equipos similares, es por eso que la relación entre fuerza necesaria para la compactación y el volumen a compactar, se lo halló por medio de pruebas realizadas en los talleres donde se realizaría la máquina compactadora de residuos sólidos.

A continuación, se dará a conocer sobre las ventajas de reciclar las materias que se podrán introducir en la compactadora.

El 42% de la madera del planeta se la emplea para la fabricación de papel y como fuente principal de la elaboración del papel se emplea la madera. Al reciclar papel se contribuye en la preservación de la vida de bosques y un ahorro del 33% de la energía necesaria para su producción. Por cada tonelada de papel que se recicla se ahorra 50 000 litros de agua y 300 kilos de combustible necesarios para su elaboración además de la tala de 17 árboles. (Pascual, 2016)

Evitando la tala se contribuye a la oxigenación del planeta ya que un árbol adulto produce en un año el oxígeno necesario para que respiren 4 personas de por vida. El papel puede ser reciclado hasta 11 veces. (Pascual, 2016)

El plástico está conformado por compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales, al reciclarlo se permite la disminución del consumo de este, considerado como un recurso escaso para ciertos países previniendo así la destrucción de áreas protegidas como por ejemplo el Yasuní ITT. (Yanes, 2015)

El vidrio es un material totalmente reciclable, porque está hecho de arena, carbonato de cal, carbonato de sodio, materiales que requiere mucha energía para su fabricación. Para fundir vidrio desechado se requiere menos temperatura que para fabricarlo con materia prima virgen. (Paredes Panchi & Tapia Claudio, 2012)

El aluminio es un mineral llamado Bauxita. Para extraerlo y procesarlo requiere una importante cantidad de energía eléctrica, siendo que, si se obtiene aluminio reciclándolo, se ahorraría casi un 95% de la energía. (Paredes Panchi & Tapia Claudio, 2012)

Ventajas del reciclaje

El reciclaje posee importantes beneficios no solo para la matriz productiva y económica del país sino también para la preservación del planeta. Al reciclar se disminuye el impacto negativo sobre el aire si los desechos son incinerados y reduce el impacto ambiental que produce el efecto invernadero, la lluvia ácida, extinción de especies y deforestación.



Figura 4. Personas reciclando en la ciudad de Quito.

Fuente: Diario EL TELEGRAFO 2018.

Como se puede observar en la figura anterior, en las calles de Ecuador los recicladores dejan sus hogares por las noches para salir a buscar materiales reciclables para luego proceder a su venta.

El reciclaje aparte de tener como objetivo principal la reutilización de la materia prima también tiene derivaciones como la reutilización de productos y en esto se basan artesanos para poder crear manualidades en base a productos reciclables y comercializarlas para que este sea su medio de sustento.

2.1.2. Reciclaje en la Universidad Técnica de Manabi

La Universidad tiene como misión formar personal académico, científicos y profesionales responsables, humanistas, éticos y solidarios, comprometidos con los objetivos del desarrollo nacional.

En octubre del 2012 la UTM puso en marcha un proyecto que pretendía el reciclaje de los residuos sólidos denominado “Universitarios Reciclemos”. Desde la puesta en marcha del proyecto se logró ubicar 75 casetas en toda la universidad y en las extensiones, estas fueron colocadas en las facultades, bares y avenidas transitadas por los estudiantes. Desde ahí el Alma Mater viene promoviendo el reciclaje por medio de charlas ecológicas y campañas de concientización a toda la comunidad universitaria.

Es por esto que la presente investigación plantea el diseño y construcción de una compactadora de desechos sólidos en la Universidad Técnica de Manabí, con un proyecto de aporte eficaz al uso de un espacio físico con la reducción del material reciclado que soluciona la grave problemática de la basura y sus efectos negativos que contamina al ambiente.



Figura 5. Caseta de basura en la Facultad de Filosofía Letras y Ciencias de la Educación de la UTM

Fuente: UTM.

Materiales reciclables

En el portal web de (Enérgya.VM, 2018) se menciona que los materiales reciclables son aquellos que pueden ser reutilizados de nuevo tras su uso principal, gracias a un tratamiento de reciclaje. Ya sea en su forma elaborada (como el plástico hecho botella) como en su forma más pura (como el anticongelante o el aceite), los materiales reciclables son aquellos de los que aún puede extraerse un valor.

Muchos de estos resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana y animal, por esta razón las sociedades modernas con ayuda de los ecologistas, han iniciado una fuente propaganda a favor del reciclaje.

Plástico

Según PlasticsEurope << Plástico >> es el termino habitual para describir una amplia gama de materiales sintéticos o semisintéticos que se utilizan para una inmensa cantidad de aplicaciones.

La palabra plástico se usó originalmente como adjetivo para indicar un escaso grado de movilidad y factibilidad para adquirir cierta forma, sentido que se conserva en el término plasticidad.

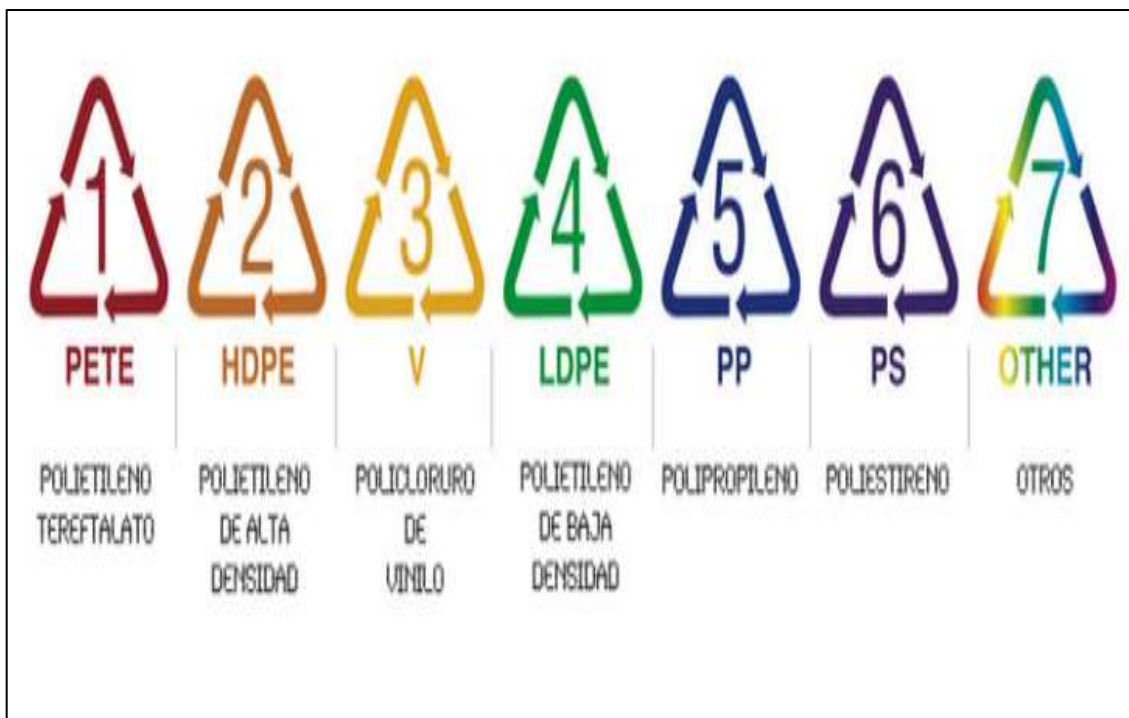


Figura 6. Código de identificación de resinas de plásticos.

Fuente: RECICLAJES AVI S.L.U <https://n9.cl/suc4u>

Propiedades y características

Vicedo Marti empresa de plásticos menciona que los plásticos están formados por grandes moléculas unidas entre sí por fuerzas de enlace potentes, así todos los plásticos se caracterizan por tener elevados pesos moleculares.

Los plásticos se obtienen por polimerización, proceso que consiste en enlazar mediante reacciones un cierto número de moléculas o monómeros para producir un polímero.

De hecho, el plástico se refiere a un estado del material, pero no al material en sí; los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se encuentra viscoso o fluido, y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos.

Las propiedades y características de la mayoría de los plásticos que nombra Agustín Espinoza en su artículo Los Plásticos (aunque no siempre se cumplen en determinados plásticos especiales) son estas:

- Fáciles de trabajar y moldear,
- Tienen un bajo costo de producción,
- Poseen baja densidad,
- Suelen ser impermeables,
- Buenos aislantes eléctricos,
- Aceptables aislantes acústicos,
- Resistentes a la corrosión y a muchos factores químicos;
- Algunos no son biodegradables ni fáciles de reciclar, y si se queman, son muy contaminantes.

Clasificación y tipos de los plásticos

De acuerdo a su importancia comercial por sus aplicaciones en el mercado, se encuentran los denominados comanditéis los cuales indican en la tabla 2.

Nombre	Abreviatura	Número de identificación
Polietileno tereftalato	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	PEAD o HDPE	2
Cloruro de polivinilo	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	Otros	7

Tabla 2. Tipos de plásticos
Fuente: (Espinosa, s.f) <https://n9.cl/ub01>

Botella de plástico

Según Laura Parker en colaboración con National Geographic las botellas de plástico y las tapas de botellas se ubican como los terceros, los cuartos artículos de desechos plásticos más recolectados en la limpieza anuales de las playas en más de 100 países, este producto paso de ser un invento sorprendente que cambio los hábitos de consumo, a convertirse en una amenaza para el medio ambiente.

Como se muestra en la figura 7 las botellas de plástico es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares.

También se emplea para el transporte de productos harinosos o en píldoras, como vitaminas o medicinas. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.



Figura 7. Botellas plásticas

Fuente: Hannah Whitaker, National Geographic. <https://n9.cl/yyx18>

Ventajas del reciclado mecánico

El reciclado mecánico es un proceso físico-mecánico mediante el cual el plástico es lavado, fundido, filtrado, obteniéndose pellets del material original, que pueden ser usados como nueva materia prima. (CAIRPLAS, 2018)

El proceso de reciclado mecánico del PET no conlleva contaminación del medio ambiente, con el tratamiento de los efluentes líquidos del proceso se llega a controlar el proceso.

El reciclado mecánico de PET genera un producto de mayor valor agregado y es materia prima para la producción de productos de uso final, generando fuentes de trabajo en toda la cadena de reciclado.

Una de las razones fundamentales para la selección del reciclado mecánico, como alternativa viable para la recuperación de este material, es que existe mercado para el material molido y limpio de este material, como insumo o materia prima para producir otros artículos de uso final. Los mercados asiáticos actualmente compran todo lo que se produzca de este material.



Figura 8. Botellas compactadas.

Fuente: (Tecnología de los plásticos, 2012). <https://n9.cl/pi8e>

2.2. Contextualización del proyecto

Sistema oleo hidráulico

Cuando se necesita grandes fuerzas, grandes torques y precisión en los movimientos es apropiado el uso del sistema oleo hidráulico.

Ventajas de las prensas oleo hidráulicas:

- Simplicidad de los medios en el uso de la energía oleo hidráulica, producirla, transmitirla, almacenarla, regularla y transformarla.
- La carrera de trabajo se adapta a cualquier necesidad, pudiendo regularla en forma continua.
- Protección contra las sobrecargas usando las válvulas limitadoras de presión.
- Posibilidad de transformar un movimiento de giro en otro de traslación, sin golpe en los finales de carrera.
- Elevada relación energía/peso del elemento hidráulico, lo que permite reducir su peso y limitar los momentos de inercia. (Otazo, 1992)

Propiedades de los fluidos

Un fluido es una sustancia que puede fluir. Una definición más formal es: “un fluido es una sustancia que se deforma continuamente cuando se le somete a un esfuerzo cortante, sin importar lo pequeño que sea dicho esfuerzo” (Raffino, 2021). Así, un fluido es incapaz de resistir fuerzas o esfuerzos de cizalla sin desplazarse, mientras que un sólido sí puede hacerlo.

El término fluido incluye a gases y líquidos. Hay fluidos que fluyen tan lentamente que se pueden considerar sólidos (vidrio de las ventanas o el asfalto). Un líquido está sometido a fuerzas intermoleculares que lo mantienen unido de tal forma que su volumen es definido pero su forma no. Un gas, por otra parte, consta de partículas en movimiento que chocan unas con otras y tratan de dispersarse de tal modo que un gas no tiene forma ni volumen definidos y llenará completamente cualquier recipiente en el cual se coloque.

2.3. Conceptos de diversos elementos del proyecto

Densidad específica o absoluta

Según (Medina, 2015) en su artículo “Sistemas Oleohidraulicos” indica que la densidad absoluta es función de la temperatura y de la presión. La variación de la densidad absoluta de los líquidos es muy pequeña, salvo a muy altas presiones y para todos los cálculos prácticos esta pequeña variación puede despreciarse.

Peso Especifico

El peso específico de un fluido está en función de la temperatura y de la presión, aunque en los líquidos no varía prácticamente con esta última.

Densidad relativa

La densidad relativa de un fluido es la relación entre la densidad absoluta de un líquido a cierta temperatura y la densidad del agua a la misma temperatura. La densidad absoluta es función de la temperatura y de la presión, por lo tanto, la densidad relativa es a dimensional.

Volumen específico

El volumen específico, como todas las magnitudes físicas (energía interna, entalpía, etc., en termodinámica), se han de referir en el SI, que es un sistema másico, a la unidad de masa, el kg. (Medina, 2015)

Hidrodinámica

La hidrodinámica es la teoría de las leyes del movimiento de los líquidos y de las fuerzas efectivas en cada caso. Con las leyes de la hidrodinámica se pueden explicar las pérdidas de energía que ocurren en la hidráulica.

Definición de Caudal

Caudal Q es el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente. Así, por ejemplo, en una tubería de agua los litros por hora que circulan a través de un plano transversal a la tubería. A través de un tubo, las diferentes secciones transversales fluyen en igual tiempo volúmenes iguales. Esto significa que la velocidad de flujo del líquido debe aumentar en el punto en donde se reduce el área transversal.

Es decir, según la definición anterior, el caudal Q es el cociente del volumen del líquido V y del tiempo t .

$$Q = \frac{V}{t} \quad (F1)$$

El volumen V también es igual al producto de la superficie A por la longitud S .

$$V = A * S \quad (F2)$$

Si se introduce $A \cdot S$ en lugar de V , entonces se obtiene para Q .

$$Q = \frac{A*S}{t} \quad (F3)$$

El cociente del desplazamiento S y del tiempo t es la velocidad v .

$$V = \frac{S}{t} \quad (F4)$$

Por lo tanto, el caudal Q corresponde también al producto entre la superficie de la sección transversal del tubo A y la velocidad del líquido v .

$$Q = A * v \quad (F5)$$

Ecuación de continuidad

Dado que el caudal es el producto de la superficie de una sección del conducto por la velocidad con que fluye el fluido, tendremos que en dos puntos de una misma tubería se debe cumplir que:

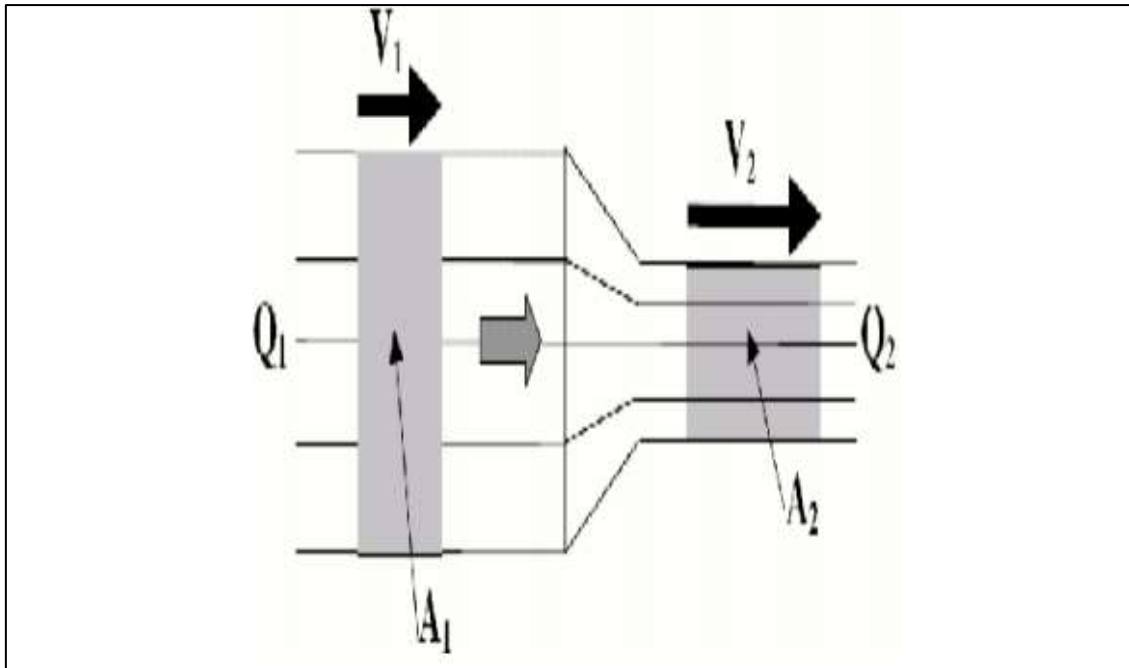


Figura 9. Ecuación de continuidad
Fuente: E-Ducativa.Catedu.es <https://n9.cl/fpt1>

De la figura 9 tenemos que:

$$Q_1 = Q_2 \quad (F6)$$

$$A_1 * V_1 = A_2 * v_2$$

De aquí surge la ecuación de continuidad.

$$Q = A * v = Cte \quad (F7)$$

Donde:

Q = Caudal volumétrico, en (m^3/s).

A = Área de una sección transversal del tubo, en (m^2).

v = Velocidad de flujo del líquido dentro del tubo, en (m/s)

Maquinas Hidráulicas

Maquinas Hidráulicas de Desplazamiento Positivo

En las máquinas de desplazamiento positivo, también llamadas máquinas volumétricas, el órgano intercambiador de energía cede energía al fluido o el fluido a él

en forma de energía de presión creada por la variación de volumen. Los cambios en la dirección y valor absoluto de la velocidad del fluido no juegan papel esencial alguno.

Esta clase de máquinas, además del grupo importante de las bombas de émbolo, comprende el grupo compuesto por los cilindros hidráulicos y neumáticos y las bombas y motores rotativos, grupo muy numeroso y variadísimo, que constituye hoy día en los países más desarrollados una industria floreciente, la cual encuentra cada día nuevas aplicaciones en el campo de las transmisiones y controles hidráulicos y neumáticos y en el automatismo.

Este campo de las transmisiones y controles es un dominio casi exclusivo de las máquinas de desplazamiento positivo.

Principio del desplazamiento positivo

Las bombas de desplazamiento positivo pueden ser fijas o variables. El caudal de una bomba de desplazamiento fijo se mantiene constante a lo largo del ciclo de bombeo y a una velocidad específica, mientras que aquél en una bomba de desplazamiento variable puede ser modificado alterando la geometría de la cavidad de desplazamiento. (Solorzano, 2016)

En el interior del cilindro de la figura 10, en que se mueve un émbolo con movimiento uniforme y velocidad v hay un fluido a la presión p .

Al disminuir el volumen a la izquierda del émbolo el fluido se verá obligado a salir sea cual fuere la presión, siempre que la fuerza F sea suficientemente grande y las paredes del cilindro suficientemente robustas.

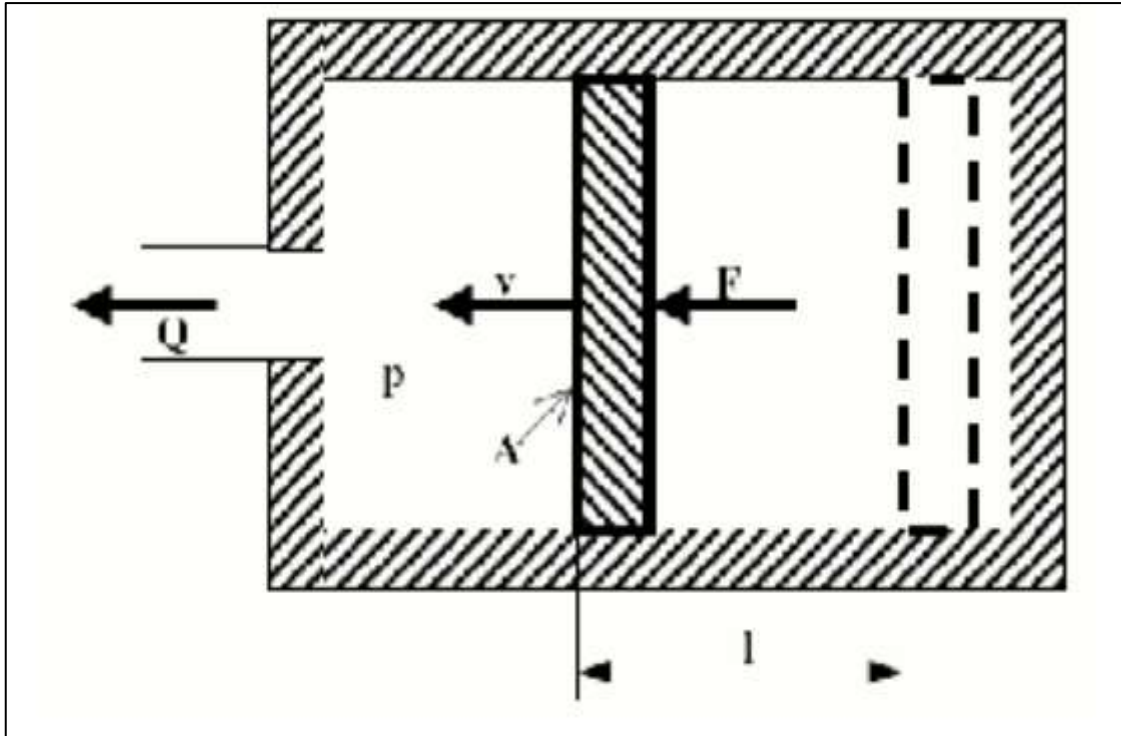


Figura 10. Principio del desplazamiento positivo.

Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

Si tenemos que el cilindro como el émbolo es rígido o indeformable y que el fluido es incompresible. El movimiento del émbolo se debe a la fuerza aplicada F.

El émbolo al moverse desplaza al fluido a través del orificio de la figura. Si el émbolo recorre un espacio l hacia la izquierda el volumen ocupado por el líquido se reducirá en un valor igual a $A \cdot l$ (donde A – área transversal del émbolo). Como el fluido es incompresible el volumen de fluido que sale por el orificio será también $A \cdot l$ el tiempo t empleado en recorrer la distancia l es:

$$t = \frac{l}{v} \quad (\text{F8}) \quad (\text{Zelaya, 2016})$$

El caudal Q, o volumen desplazado en la unidad de tiempo, será:

$$Q = \frac{A \cdot l}{t} = A \cdot v \quad (\text{F9}) \quad (\text{Zelaya, 2016})$$

Si no hay rozamiento la potencia comunicada al fluido será: $P = F \cdot v$ pero $F = p \cdot A$

$$\text{Luego } P = F \cdot v = p \cdot A \cdot v = Q \cdot p \quad (\text{Zelaya, 2016})$$

Es evidente que el esquema de la figura anterior puede funcionar como bomba o como motor, es decir, la máquina puede absorber potencia mecánica, $F \cdot v$ y restituir potencia hidráulica $Q \cdot p$ (bomba) o viceversa.

Tanto en un caso como en otro queda en evidencia que: El principio de desplazamiento positivo consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara.

Por tanto, en una máquina de desplazamiento positivo, el órgano intercambiador de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotativo (rotor).

Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo tanto alternativas como rotativas, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión en una bomba) y disminuye de volumen (impulsión).

Por eso estas máquinas se llaman también máquinas volumétricas. Además, si el órgano transmisor de energía tiene movimiento rotativo, la máquina se llama roto estático.

Clasificación de las máquinas de desplazamiento positivo

El órgano principal de las máquinas de desplazamiento positivo, que designamos con el nombre genérico de desplazador, tiene la misión de intercambiar energía con el líquido, lo que implica un desplazamiento del mismo.

Este órgano admite infinidad de diseños, y el campo abierto a la imaginación del ingeniero proyectista es tan grande que constantemente aparecen en el mercado nuevas formas constructivas. Sin embargo, es fácil clasificar estos diseños atendiendo a dos criterios distintos:

Primer criterio: Según el tipo de movimiento del desplazado las máquinas de desplazamiento positivo se clasifican en:

Maquinas alternativas y Maquinas rotativas.

Las bombas alternativas de desplazamiento positivo funcionan mediante el movimiento lineal repetido de un mecanismo. El movimiento se llama a menudo un recorrido, y el tamaño de una bomba se especifica a menudo como el volumen por recorrido. El perfil de flujo es pulsado debido a la descarga de una vez por revolución de

una bomba alternativa. Si se aplica incorrectamente, el flujo pulsado puede causar vibraciones excesivas o daños en el sistema hidráulico, a veces denominados «golpes de ariete».

El flujo pulsado también causa tasas de flujo máximo más altas que la tasa de flujo promedio, lo que requiere un diseño cuidadoso del circuito hidráulico. Las bombas alternativas son ideales para la medición y dosificación precisa y repetible de fluidos.

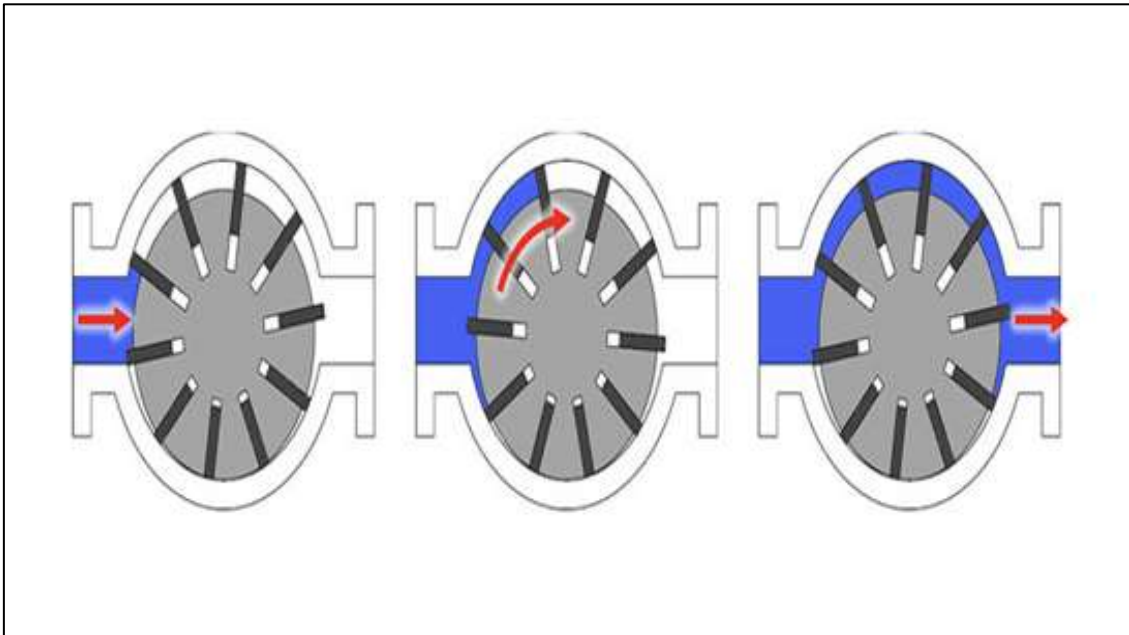


Figura 11. Bombas de desplazamiento positivo
Fuente: Diener Precision Pumps. <https://n9.cl/pqn71>

Las bombas rotativas de desplazamiento positivo utilizan una serie de volúmenes rotativos para transferir fluidos en lugar del movimiento lineal de las bombas alternativas. Los elementos giratorios sellan contra la carcasa de la bomba o contra otros elementos giratorios.

Normalmente, hay múltiples volúmenes por revolución, lo que conduce a un flujo mucho más suave que el de las bombas alternativas. Sin embargo, los volúmenes no suelen ser tan precisos como las bombas de pistón, lo que las hace menos adecuadas para aplicaciones de medición o dispensación.

Segundo criterio: Según la variabilidad del desplazamiento se clasifican en:

- Máquinas de desplazamiento fijo
- Máquinas de desplazamiento variable.

Elementos empleados en los circuitos de hidráulica

En varios de los conceptos encontrados en la web todos coinciden que un sistema de potencia hidráulica debe ser capaz de transmitir la potencia en una forma segura, práctica y económica, para lograr estos objetivos se hace necesaria la utilización de diversos elementos que permitan operar al sistema de esta forma teniendo un balance adecuado entre el principio de operación de estos elementos, su seguridad y sobre todo el costo que representa para alguna aplicación en particular.

En este capítulo se presentan las características de algunos de los elementos empleados en los circuitos de potencia hidráulica, así como la clasificación de estos.

Bombas hidráulicas

Las exigencias impuestas a una bomba hidráulica se pueden resumir en una sola frase: Las bombas hidráulicas deben convertir energía mecánica (par de giro, velocidad de rotación) en energía hidráulica (caudal, presión).

Naturalmente, en la práctica las exigencias son mucho más diferenciadas. Al seleccionar bombas hidráulicas deberán tenerse en cuenta los siguientes puntos: el medio de servicio, el rango de presión exigido, el rango de velocidad de rotación esperada, la temperatura máxima y mínima de servicio, la viscosidad más alta y la más baja, la situación de montaje (entubado), el tipo de accionamiento (acoplamiento), la vida útil esperada, el máximo nivel de ruido, la facilidad de servicio y el precio máximo.

La bomba es probablemente el elemento más importante y menos comprendido en un sistema hidráulico. Las bombas son hechas en diferentes tamaños y formas, con distintos propósitos. Sin embargo, todas las bombas se pueden clasificar en dos categorías: hidrodinámicas e hidrostáticas. Las bombas hidrodinámicas, o bombas de desplazamiento no-positivo, de tipo centrífugas y de turbina, se usan principalmente en el transporte de fluidos en donde sólo se tiene que vencer la resistencia creada por el peso del fluido, la fricción de este debido a su viscosidad y la fricción con las tuberías y accesorios.

La capacidad de flujo de una bomba se puede expresar como su desplazamiento por revolución o por su caudal de salida en GPM. El desplazamiento es el volumen de líquido transportado en una revolución.

Bombas hidráulicas de engranajes.

Existen varios tipos de bombas de engranajes, las principales son las de engranaje interiores, múltiples y exteriores.

a) Bombas hidráulicas de engranaje exteriores.

Las bombas de engranajes externas son el tipo de bomba de engranajes rotativos más simple y común. Generalmente, tienen dos engranajes en ejes separados con un eje conectado a un motor. El desengrane de los engranajes crea un vacío en la entrada de la bomba. Al girar los engranajes, el fluido queda atrapado entre los dientes del engranaje y la pared de la cavidad de la carcasa. Luego se gira hacia la salida y se descarga.

El fluido no puede fluir hacia atrás a la entrada debido a la malla del engranaje y, así, debe descargarse por la salida. El fluido bombeado lubrica la malla del engranaje y los cojinetes de deslizamiento asociados.

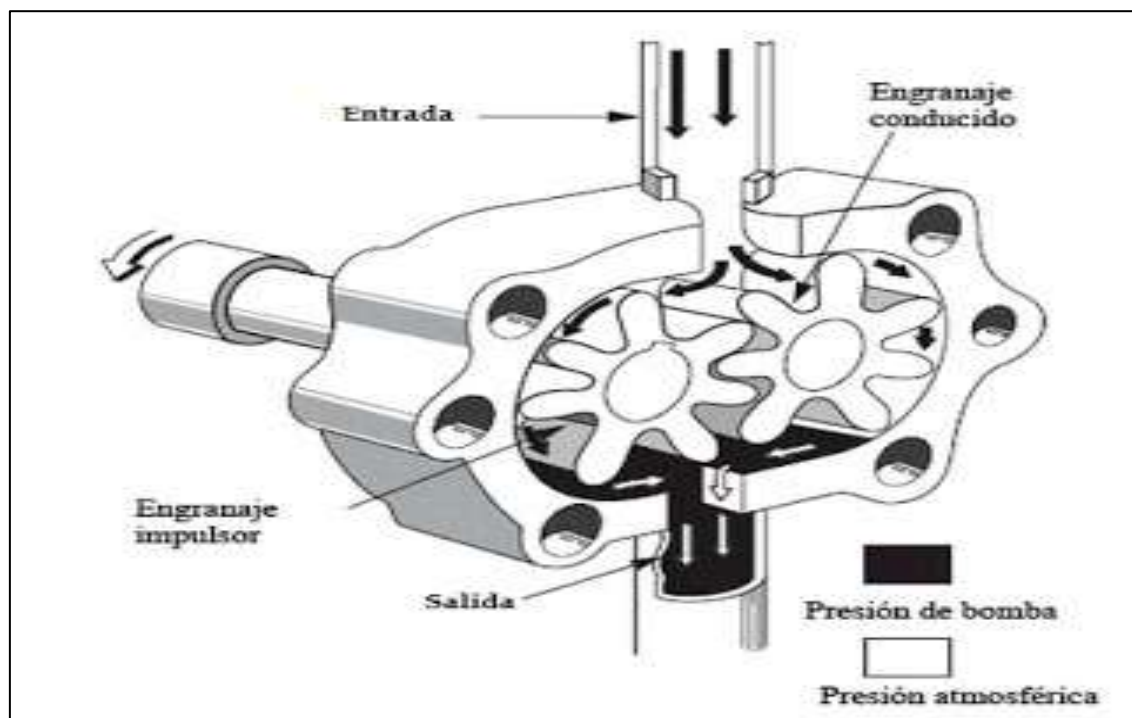


Figura 12. Bomba hidráulica de engranajes externos
Fuente: Automatización industrial. <https://n9.cl/2cp3>

b) Bombas hidráulicas de engranaje múltiples

Pueden tener varias salidas, independientes entre sí. Las bombas de engranajes múltiples, son en realidad dos bombas de engranajes exteriores combinadas entre sí.

La combinación o adaptación se realiza de la siguiente manera, el engranaje secundario de la primera bomba está unido al engranaje conductor de la segunda bomba mediante un eje giratorio, de tal forma que el eje conectado al motor eléctrico continúa siendo el engranaje conductor de la primera bomba, es decir, no es necesario usar otro motor o sistema para mover la segunda bomba.

La bomba conectada con el motor eléctrico siempre es considerada la principal y es la que tiene que soportar más suministro de caudal, nunca puede ser al revés.

Las dos bombas pueden tener zonas de aspiración diferentes, es decir, recibir el fluido de depósitos distintos.

c) Bombas hidráulicas de engranajes internos.

Las bombas de engranaje interno utilizan engranajes de diferentes tamaños con diferentes números de dientes, uno de los cuales tiene dientes internos. Los engranajes son excéntricos con respecto a la carcasa de la bomba, permitiendo que se abra un espacio en la malla del engranaje mientras gira.

Los volúmenes están separados por un elemento en forma de media luna que actúa como sello.

Después de pasar la media luna, la malla comienza a cerrarse, descargando el volumen a la salida.

Los mayores requisitos de potencia, la complejidad añadida de la media luna y la fabricación de engranajes más difícil hacen de las bombas de engranaje interno una clase algo especializada.

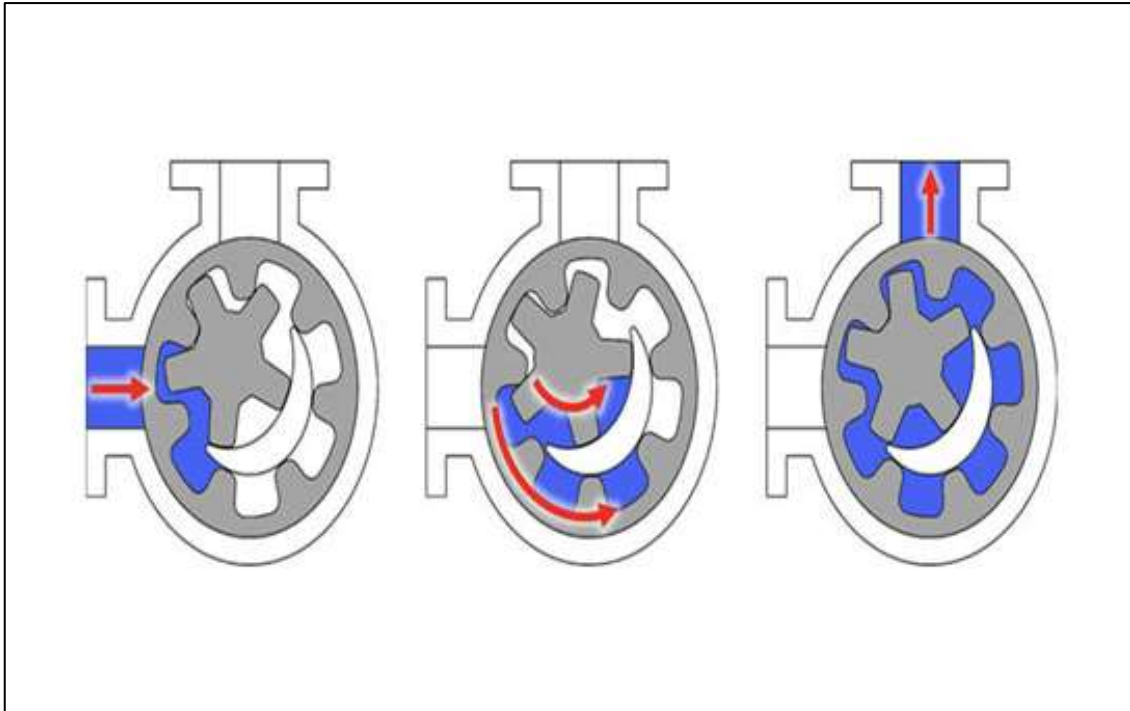


Figura 13. Bomba de engranaje interno
Fuente: Diener Precision Pumps. <https://n9.cl/pqn71>

Motores

Motores eléctricos

En la bibliografía del capítulo 4 del libro de motores eléctricos, menciona que los motores eléctricos son máquinas eléctricas que transforman en energía mecánica la energía eléctrica que absorben por sus bornes.

Motores de corriente alterna

Estos son alimentados por corrientes alternas, que funcionan por medio de alimentación eléctrica. Este motor convierte la energía eléctrica en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

De acuerdo a su estructura, tienen un diseño más simple que funcionan a velocidades fijas, siendo ideales para operaciones de bajas velocidades. Asimismo, son utilizadas en la mayoría de los equipos industriales, por ello, en caso de que tu aplicación exija el máximo rendimiento, los motores de corriente alterna serán una buena elección. (Motorex, 2020)



Figura 14. Motores de corriente alterna.

Fuente: Motores eléctricos para la industria. <https://n9.cl/bx3mz>

Cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos son actuadores mecánicos que aprovechan la energía de un circuito o instalación hidráulica de forma mecánica. Los cilindros hidráulicos son posiblemente la forma más habitual de uso de energía en instalaciones hidráulicas (Royo, 2000) los mismos transforman la energía hidráulica en mecánica lineal o directa, la que se aplica a un objeto resistente para realizar un trabajo.

El cilindro consiste en un tubo calibrado con un cierre en cada extremo y un pistón móvil que está fijo al vástago. El cuerpo del cilindro está previsto en un extremo de un orificio de entrada por el que ingresa el fluido al tubo y en otro extremo de un orificio de salida. (Calderón, 2018).

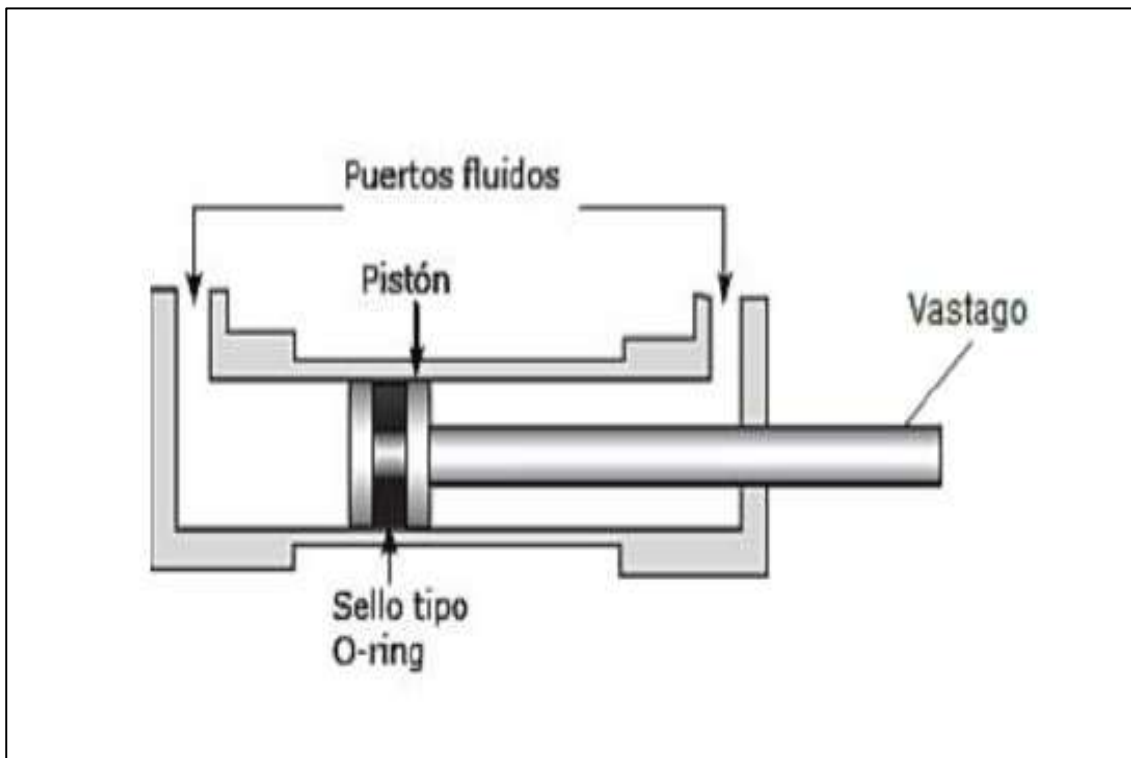


Figura 15. Esquema base de un cilindro hidráulico

Fuente: Lema Y Montoya, 2018.

A diferencia del motor hidráulico, el cual realiza movimiento (rotatorios) giratorios, el cilindro hidráulico tiene la función de realizar movimientos de traslación (lineales) y, simultáneamente, transmitir fuerzas. La fuerza máxima posible del cilindro F depende, despreciando la fricción, de la presión de servicio máxima admisible p y de la superficie efectiva A ;

$$F = p \cdot A \quad (F10) \quad (Zelaya, 2016)$$

Para el accionamiento con cilindros hidráulicos en movimiento lineales de máquinas de trabajo se obtienen las siguientes ventajas:

- El accionamiento directo con cilindros hidráulicos es sencillo en su montaje y fácilmente ubicable para el constructor de máquinas.
- Al no haber conversión de movimiento rotatorio en movimiento lineal, el accionamiento del cilindro posee buen rendimiento.
- La fuerza del cilindro permanece constante desde el comienzo hasta el final de la carrera.
- La velocidad del pistón, que depende del caudal introducido y de la superficie, permanece constante a lo largo de toda la longitud de carrera.

- De acuerdo con el tipo constructivo, un cilindro puede producir fuerzas de compresión o de tracción.
- El dimensionamiento de cilindros hidráulicos permite construir accionamientos hidráulicos de gran potencia con cotas reducidas de montaje.

Los casos de aplicación más frecuentes de cilindros hidráulicos son la elevación, el descenso, el bloqueo y el desplazamiento de cargas. (Rosales, 2020)

Elección del cilindro Hidráulico

Es importante elegir Cilindros – Actuadores Hidráulicos sobredimensionados. Este sobredimensionamiento deberá ser calculado en función de la instalación, pero suele estar entre el 20% y el 100% de la fuerza a efectuar.

Velocidad de un actuador

Que tan rápido se desliza el cilindro o rote el motor depende de su tamaño y el porcentaje de aceite que fluya dentro de ellos. Para relacionar el porcentaje de flujo a la velocidad, considere el volumen que debe llenarse un actuador para efectuar un deslizamiento específico.

De la ecuación de continuidad:

$$Q = v \cdot A \quad (\text{F11}) \quad (\text{Zelaya, 2016})$$

Sabemos que:

$$1 \text{ galon} = 321 \frac{\text{pulg}^3}{\text{lb}}$$

Para obtener la velocidad despejamos de la ecuación. Anterior:

$$v = Q \left(\frac{231}{A} \right) \quad (\text{F12}) \quad (\text{Zelaya, 2016})$$

Donde:

V= velocidad del vástago (pulg/min)

Q= Caudal (GPM)

A= Área efectiva de trabajo (pulg^2)

Potencia en un sistema hidráulico

Dice que el sistema hidráulico la velocidad y la distancia se indican por medio de los galones por minuto (gpm) que fluyen y la fuerza por presión. Así tenemos que podemos expresar la potencia hidráulica así:

$$Potencia = \left(\frac{galon}{min}\right) \left(\frac{libras}{pulg^2}\right) \quad (F13) \quad (Zelaya, 2016)$$

Para cambiar la fórmula a las unidades mecánicas podemos usar estos equivalentes:

$$1 \text{ galon} = 231 \text{ pulg}^3$$

$$1 \text{ pie} = 12 \text{ pulg}$$

Así tenemos que:

$$P = \left(\frac{1 \text{ galon}}{min}\right) \left(\frac{231 \text{ pulg}^3}{1 \text{ galon}}\right) \left(\frac{libras}{pulg}\right) \left(\frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ pulg}}\right) \quad (F14) \quad (Zelaya, 2016)$$

$$P = \frac{231 \text{ lb} - \text{pie}}{min}$$

Esto nos da el equivalente de la potencia mecánica del fluido de 1 galón/min a 1 psi de presión. Para expresarlo como caballos de fuerza, dividido por 33,000 lb-pie/min, tenemos:

$$\left(231 \frac{\text{lb} - \text{pie}}{min}\right) \left[\frac{1 \text{ H.P}}{33000 \frac{\text{lb} - \text{pie}}{min}}\right] = 0.000583$$

Así que, el fluido de un galón por minuto a una psi es igual a 0.000583. El total de los caballos de fuerza en cualquier condición de fluido es:

$$P = 0.000583 (Q)(p)$$

Esta fórmula de caballos de fuerza nos dice la potencia exacta que se está usando en el sistema. Los caballos de fuerza requeridos para impulsar la bomba serán algo más altos que esto, ya que el sistema no es 100% eficiente.

Si tomamos en cuenta un porcentaje de eficiencia de 80%, esta fórmula se puede usar para calcular la potencia de entrada requerida.

$$P = 0.0007 (Q)(p)$$

Donde:

P= Potencia en H.p

Q= Caudal en GPM

P= presión en psi

- **Ciclo de trabajo de un cilindro**

El ciclo de trabajo de un cilindro se puede explicar con el siguiente esquema de la Figura 16.

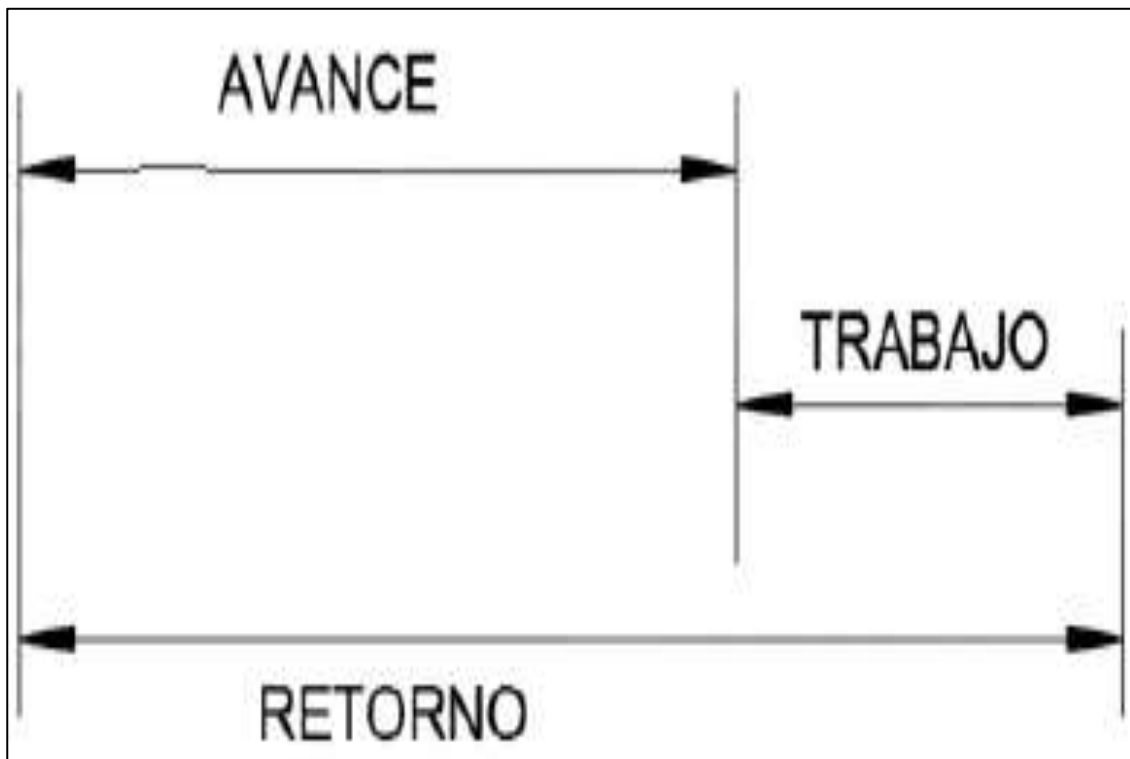


Figura 16.Esquema representativo de las carreras de avance, trabajo y retorno.

Fuente: Lema Y Montoya, 2018.

- **La carrera inicial del cilindro se compone de tres fases:**

La carrera de avance en la cual se suministra un alto caudal por parte de la bomba para que el vástago avance de manera rápida con una presión baja; esto es para que se tenga una reducción de tiempos en la carrera de salida.

La carrera de trabajo donde el material opone resistencia a que el vástago del cilindro avance y por lo tanto éste reduce el caudal de flujo del fluido, pero aumenta la presión de salida para poder realizar el trabajo; es decir, la bomba suministra un bajo caudal, pero una alta presión.

La carrera de retorno de igual manera que en la carrera de avance se suministra un alto caudal para tener un retorno rápido del vástago, con el mismo fin de reducir el tiempo de operación entre el punzonado de una pieza y otra.

- **Tiempo utilizado en la carrera.**

De la fórmula del movimiento rectilíneo uniforme tenemos la ecuación para calcular el tiempo:

$$t = \frac{L}{v} \quad (\text{F15}) \quad (\text{Zelaya, 2016})$$

Donde:

t= Tiempo (s)

L= Longitud (pulg)

V= Velocidad (Pulg/ s).

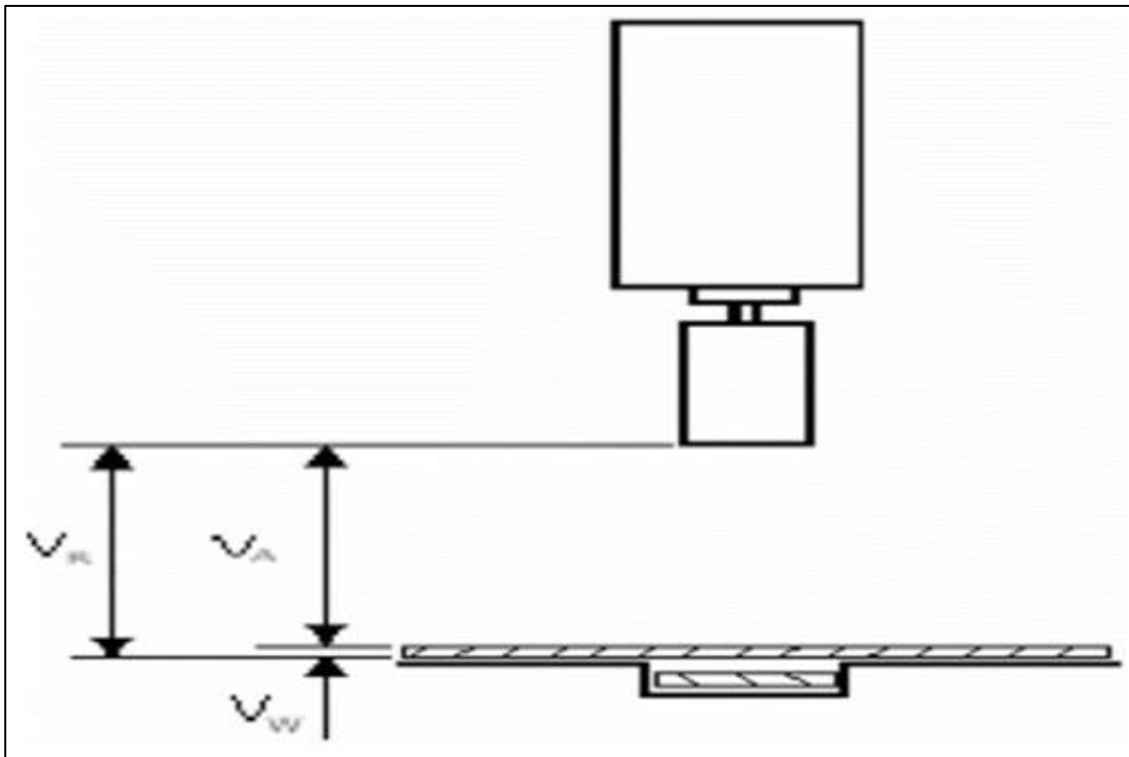


Figura 17.Esquema representativo de las carreras de avance, trabajo y retorno.

Fuente: Lema Y Montoya, 2018.

Tipos de cilindros hidráulicos

Básicamente, los Cilindros Hidráulicos se definen por su sistema de desplazamiento en:

- **Cilindros Hidráulicos de Simple Efecto.** (El movimiento de retorno del mismo se efectúa por un muelle o resorte, o en ocasiones por gravedad).
- **Cilindros Hidráulicos de doble Efecto.** (Se utiliza la presión Hidráulica para el movimiento en ambos sentidos).

Cilindro de simple efecto

Los cilindros de simple efecto solamente pueden entregar su fuerza en un sentido. El retro posicionamiento del pistón sólo se puede llevar a cabo mediante un resorte, por peso propio del pistón o por efecto de una fuerza externa. (Flores, 2010)

Cilindro de doble efecto

En la figura 18 muestra unos cilindros de doble efecto poseen dos superficies de efecto opuesto, de igual o de distinto tamaño. Disponen de dos conexiones de tuberías independientes entre sí. Mediante alimentación de un medio de presión a través de las conexiones “A” ó “B” el pistón puede transmitir fuerzas de tracción o de compresión en ambos sentidos de carrera.

Este tipo de cilindro se emplea en prácticamente todos los campos de aplicación. Los cilindros de doble efecto se subdividen en cilindros diferenciales y cilindros de doble vástago.

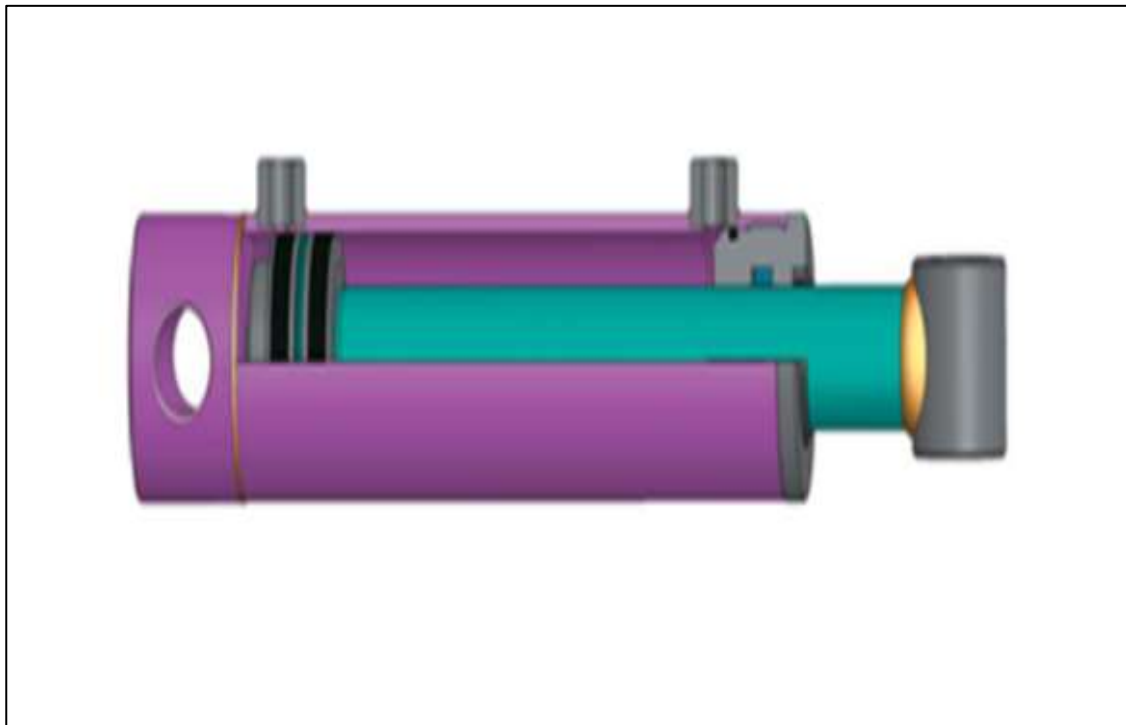


Figura 18. Modelo de un cilindro de doble efecto.

Fuente: Lema Y Montoya, 2018.

Válvulas

- **Válvulas de cierre**

Las válvulas de cierre tienen la función de bloquear un caudal en un sentido, permitiendo libre flujo en el sentido opuesto. Estas válvulas también se denominan válvulas anti retorno. Las válvulas de cierre están realizadas en construcción de asiento y, por lo tanto, bloquean sin fugas. Como elementos de cierre se emplean esferas, placas, conos ó conos con junta blanda.

La esfera como estancamiento tiene la ventaja de que se puede producir en forma económica. La desventaja es que la esfera durante el servicio se deforma levemente, es decir, toma la forma del asiento.

Para que el asiento no se salga de su lugar, la esfera debe además estar guiada. Por su parte, el cono mediante su guía siempre ocupa la misma posición. Tras un breve tiempo de servicio el cono se ha adaptado, siendo absolutamente estanco.

Los conos con juntas blandas sólo son adecuados para bajas presiones de servicio y bajas velocidades de flujo, pero tienen la gran ventaja de poder compensar las inexactitudes de fabricación del asiento cónico. (Permaglide, s.f.)

- **Válvula antirretorno simple**

Estas válvulas sirven para bloquear el paso del fluido en una dirección. Las válvulas anti retorno, también llamadas válvulas de retención o válvulas check, tienen por objetivo cerrar por completo el paso de un fluido en circulación en un sentido y dejar paso libre en el sentido contrario. (Lema & Montoya, 2018)

Tiene la ventaja de un recorrido mínimo del disco o bola que se mueve para cerrar el paso en un sentido. A la circular caudal a través de la válvula en el sentido indicado, por la presión del fluido el cono se levanta del asiento, permitiendo el paso de caudal.

En sentido opuesto el resorte y la presión del líquido oprimen el pistón sobre el asiento, bloqueando la unión. La presión de apertura depende del resorte elegido y de la superficie del cono cargada. Según el caso de empleo la presión de apertura del cono normalmente se encuentra entre 0.5 y 5 bar.

En una válvula anti retorno sin resorte la posición de montaje deberá ser vertical. Entonces el elemento de cierre, por peso propio se encuentra sobre el asiento al estar en posición de reposo. (Caiza & Lema, 2012)

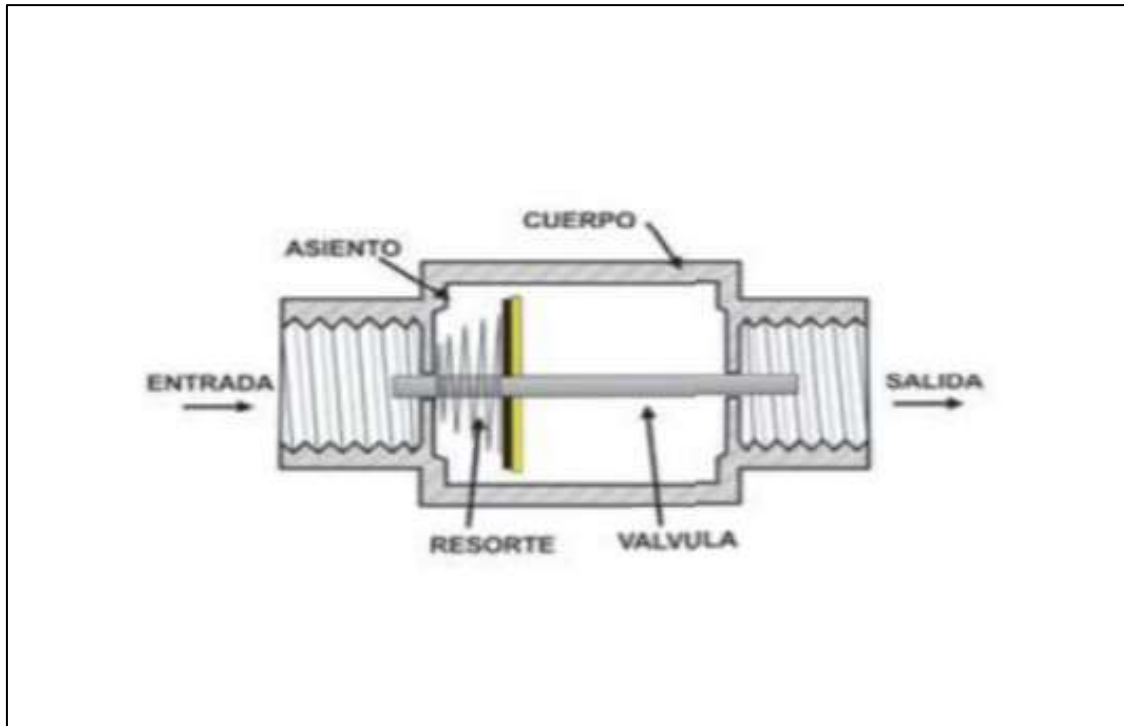


Figura 19. Esquema de una válvula anti retorno
Fuente: Lema Y Montoya, 2018

- **Válvula de control de presión**

El control de flujo consiste en controlar el volumen del flujo de aceite dentro o fuera de un circuito. El control en un sistema hidráulico puede ser logrado de varias maneras. La forma más común es la instalación de un orificio. Cuando un orificio es instalado, el orificio presenta una alta restricción mayor a la restricción normal al flujo de la bomba. La mayor resistencia incrementa la presión del aceite. El incremento en la presión de aceite causa que algo del aceite tome otro camino.

Este dispositivo permite regular la presión en el sistema y a la vez sirve como elemento de seguridad ya que, si por alguna razón la presión se eleva, se abre la válvula permitiendo que el fluido retorne al depósito (Calderón, 2018).

Control Hidráulico

- **Válvulas direccionales**

Constituyen los órganos de mando de un circuito hidráulico. También son utilizados en sus tamaños más pequeños como emisores o captoras de señales para el

mando de las válvulas principales del sistema, y aun en funciones de tratamiento de señales.

Las funciones de las válvulas es permitir, orientar o detener un flujo de aceite por distribuir el fluido hacia los elementos de trabajo son conocidas también como válvulas distribuidoras. (Laica, y otros, 2013).

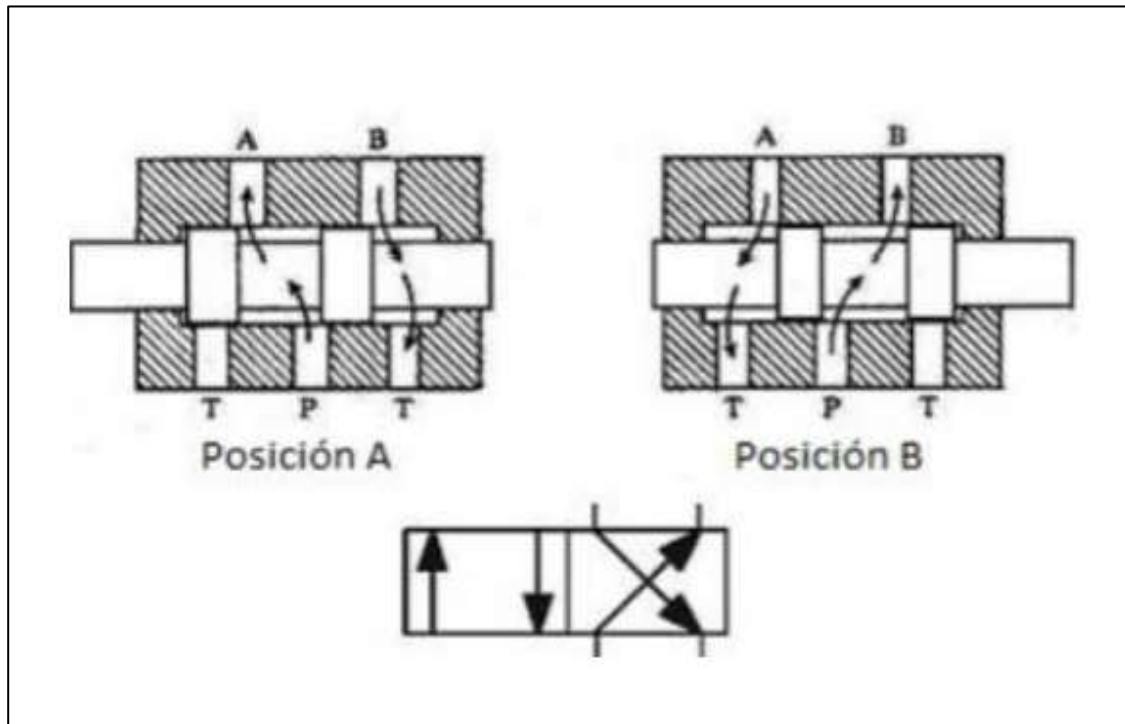


Figura 20. Movimiento del fluido dentro de una válvula direccional

Fuente: Lema Y Montoya, 2018

- **Electroválvulas**

En las electroválvulas la señal que da origen a la conmutación es una señal eléctrica, excitado por un solenoide que por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido.

En los mandos directos el mismo núcleo habilita o no el pasaje principal de fluido; en los mandos electrohidráulicos una válvula piloto de mando directo comanda la señal que desplaza al distribuidor principal. (Caiza & Lema, 2012)

- **Características funcionales de las válvulas**

Existe una serie de características a definir en la elección de una válvula. Estas son: El caudal nominal, que expresado en NI/min y la frecuencia de conmutación en que refleja la rapidez de la válvula para conmutar sus posiciones.

2.4. Selección de diversos elementos del proyecto

Elementos Auxiliares

- **Fluidos Hidráulicos**

El fluido hidráulico tiene cuatro finalidades principales: transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, sellar las tolerancias entre una y otra y disipar el calor.

- **Propiedades de los fluidos hidráulicos**

- Viscosidad apropiada
- Variación mínima de viscosidad con la temperatura
- Estabilidad frente al cizallamiento
- Baja compresibilidad
- Buen poder lubricante
- Buena resistencia a la oxidación
- Características anticorrosivas

- **Transmisión de Potencia**

Como medio de transmisión de potencia, el líquido debe fluir con facilidad a través de las líneas y orificios de los elementos. La excesiva resistencia al flujo crea pérdidas de potencia considerables.

El fluido debe ser también tan incompresible como sea posible, a fin de que cuando se arranque una bomba o se cambie de posición una válvula, la acción sea instantánea.

- **Lubricación**

La selección y el cuidado que se tenga con el fluido hidráulico de una máquina tienen un efecto importante sobre su funcionamiento y sobre la duración de sus componentes hidráulicos. El fluido hidráulico tiene 4 objetivos principales: transmitir potencia, lubricar las piezas móviles minimizar las fugas y enfriar o disipar el calor.

Como medio transmisor de potencia, el fluido debe poder circular fácilmente por las líneas y orificios de los elementos. Demasiada resistencia al flujo origina pérdidas de potencia considerable. El fluido también debe ser lo más incompresible posible, de forma que cuando se ponga una marcha una bomba o cuando se actúe una válvula, la acción sea

instantánea. En la mayoría de los elementos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido.

Para que la duración de los componentes sea larga, el aceite debe contener los aditivos necesarios para asegurar buenas características anti desgaste. No todos los aceites hidráulicos contienen estos aditivos. Además, estos aceites proporcionan una buena demulsibilidad así como protección a la oxidación. Estos aceites se conocen como “aceites hidráulicos tipo anti desgaste”.

- **Deposito o tanque de aceite**

La principal función del depósito o tanque hidráulico es almacenar aceite, aunque no es la única.

El tanque también debe eliminar el calor y separar el aire del aceite. Los tanques deben tener resistencia y capacidad adecuadas, y no deben dejar entrar la suciedad externa. Los dos tipos principales de tanques hidráulicos son: tanque presurizado y tanque no presurizado. La figura muestra los componentes del depósito hidráulico. (Iberia, 2019)

El tanque utilizado en la maquina compactadora que viene anexo a la bomba de engranaje tiene una capacidad de 3gl; en el reservorio de aceite de la máquina se cuenta con 3gl más, dando como resultado de 6 gl de aceite.

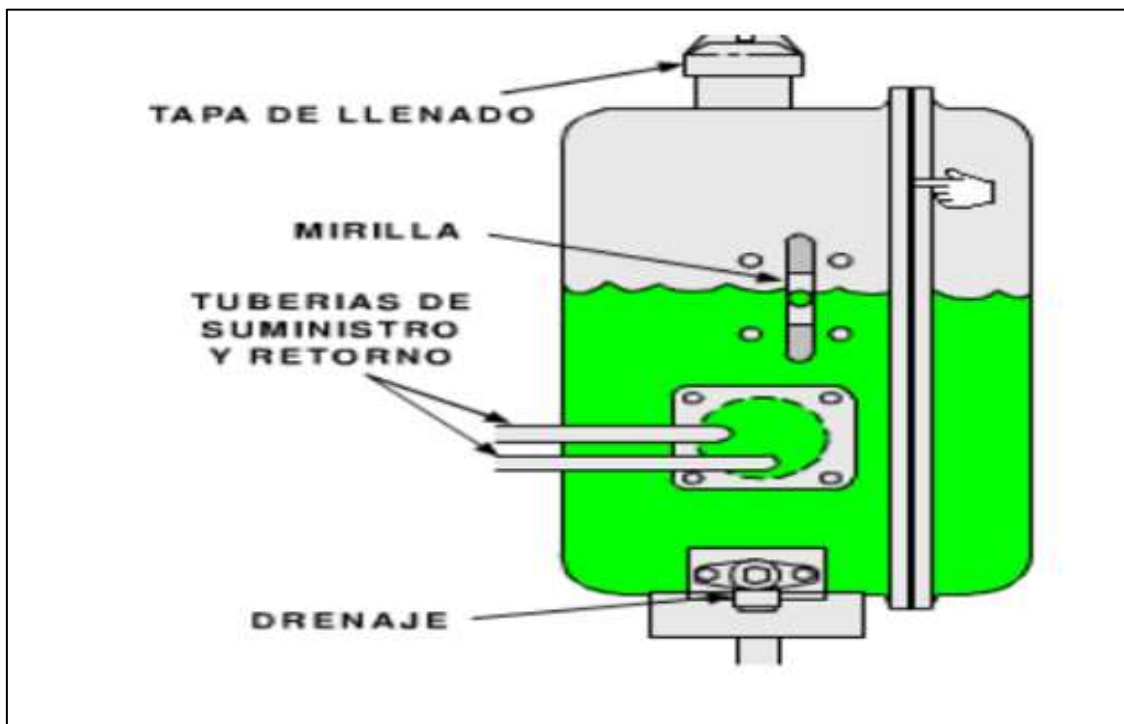


Figura 21. Elementos de un depósito de aceite.

Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

- **Tuberías**

Las tuberías, mangueras y conexiones (racores) son los accesorios necesarios para interconectar los componentes de un sistema hidráulico.

Son los componentes (rígidos ó flexibles) por los que circula el fluido, mientras que los racores son los sistemas de unión de las tuberías y mangueras entre sí o con los restantes componentes del sistema.



Figura 22. Tuberías PVC

Fuente: Felices, A. Hidráulica de tuberías y canales.

- **Tubos**

Los términos tubería y tubo son sinónimos, pero su aplicación depende de cada industria en particular. Quizá se prefiere llamar tubos a las líneas rígidas de alta presión, ya que se trata siempre de conducciones de determinados diámetros.

Las líneas flexibles se denominan mangueras o tuberías flexibles, pero con el mismo significado de tubos de caucho reforzados. El nylon, con refuerzo exterior textil, también sirve para conducciones flexibles como mangueras. Por lo tanto, se podrían clasificar las líneas hidráulicas en tres tipos principales:

- Conducciones rígidas.
- Conducciones flexibles ó mangueras.

- Tubos en espiral.

- **Conducciones flexibles (Mangueras)**

Las conducciones flexibles se emplean en circuitos cuyas conexiones son móviles, o para facilidad de conexión y desconexión. También son útiles para amortiguar vibraciones y choques para absorber ruidos y para infinidad de aplicaciones en las que las conexiones rígidas presentarían problemas de instalación ó funcionamiento. (Caiza & Lema, 2012)



Figura 23. Manguera con refuerzo de malla de acero.

Fuente: (Caiza & Lema, 2012)

- **Conexiones**

En los tubos y mangueras actuales se emplean accesorios de compresión que producen una fuerte unión mecánica con excelente estanqueidad hidráulica.

Los accesorios de este tipo se emplean para conducciones de hasta 50 mm de diámetro, por presiones de hasta 700 bar según la medida. Existe una gran variedad de formas, como alternativa cómoda frente al curvado de tubos.

- **Conexiones rápidas (Racores)**

Para obtener uniones de fácil maniobra, existen juntas rápidas especiales que permiten enlazar un tubo flexible a un aparato o a otra tubería.

La figura 24 muestra unos enchufes rápidos que se pueden encontrar en el mercado.

Accesorio	Medida		Características
Tapón	NPT ¼"		Material : Acero Inoxidable AISI 304 Presión máxima: 3000 Psi.
Niple todo rosca	NPT ¼"		
Niple roscado con hexágono	NPT ¼"		
Reductor	NPT 3/8" a ¼"		
Codo	NPT ¼"		

Figura 24. Partes de la conexión rápida.

Fuente: (Zelaya, 2016)

Cabe destacar que la mayoría de las conexiones rápidas cuentan con válvulas anti retorno adaptadas en los extremos de las mangueras, esto con la finalidad de que al momento de conectar no se presente alguna fuga de aceite. La incorporación de válvulas anti retorno depende del fabricante y de modelo de la conexión.

- **Conexiones roscadas**

Otra forma de conectar los diversos elementos de un sistema hidráulico es mediante conexiones roscadas.

Este tipo de conexiones se utiliza cuando la línea de presión es fija, es decir es una línea que permanece siempre en la misma posición dentro del sistema, por ejemplo, la línea de presión de la bomba a un manómetro, etc.

En las figuras 25, 26, 27 se muestran algunos tipos de estas conexiones y la forma en que estas se acoplan con las tuberías y mangueras.

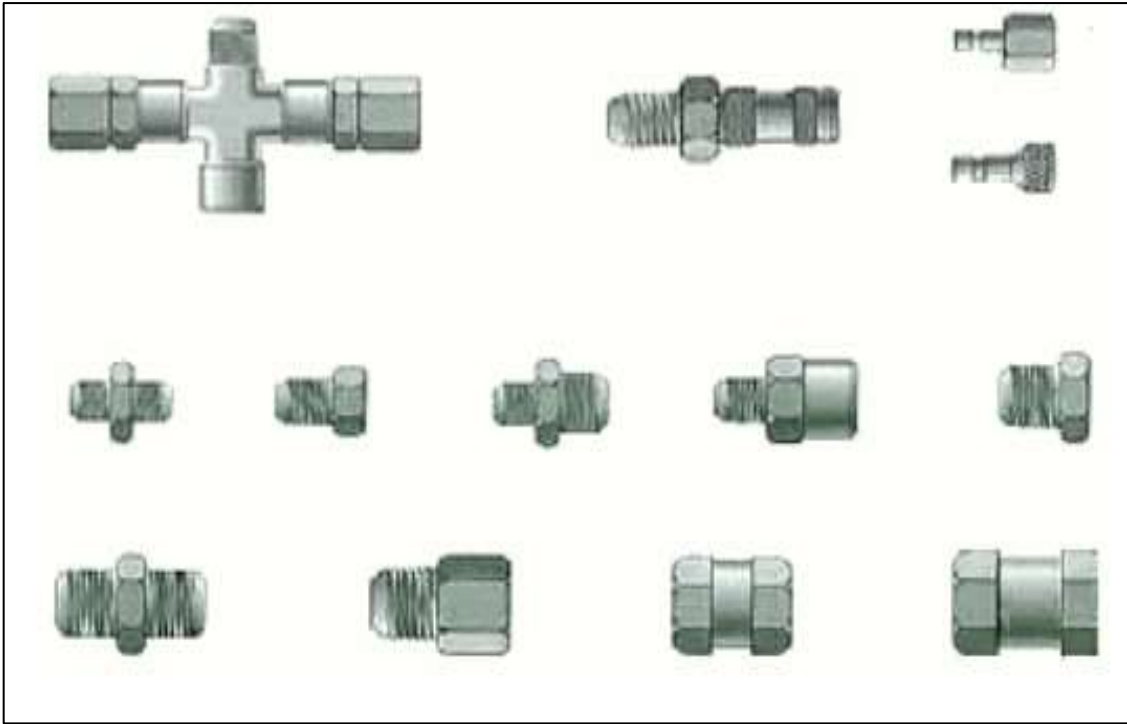


Figura 25. Distintos tipos de conexiones roscadas.
Fuente: (Caiza & Lema, 2012)

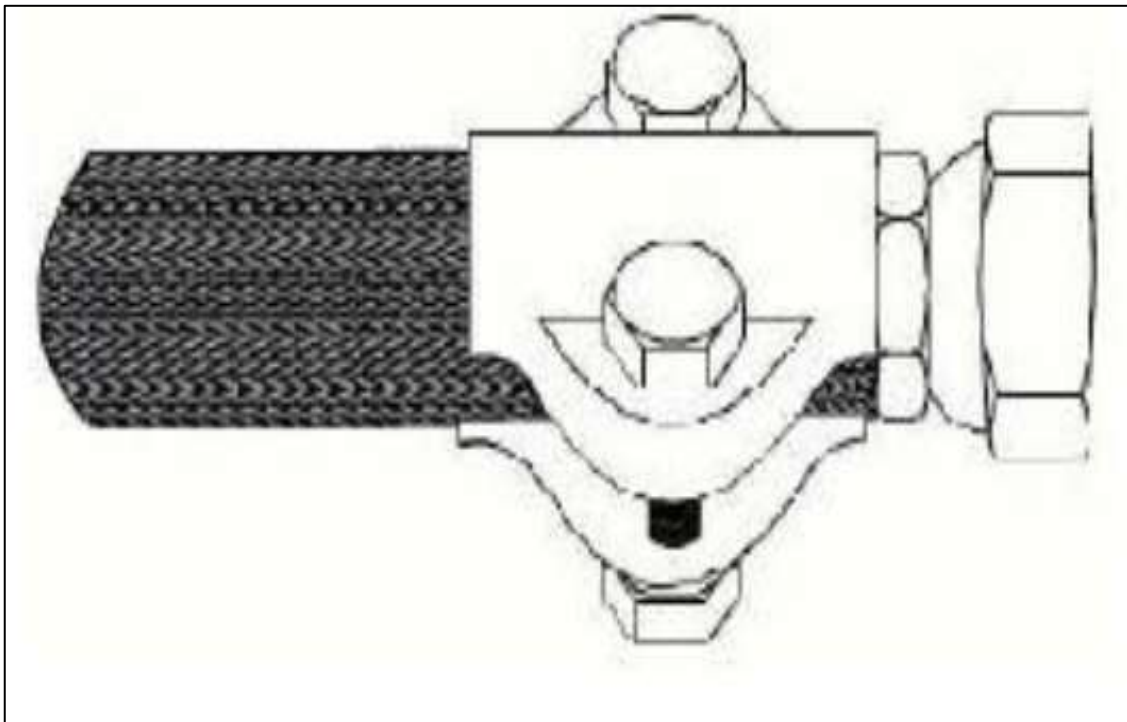


Figura 26. Conexión roscada de abrazadera conectada a una manguera.
Fuente: (Caiza & Lema, 2012)

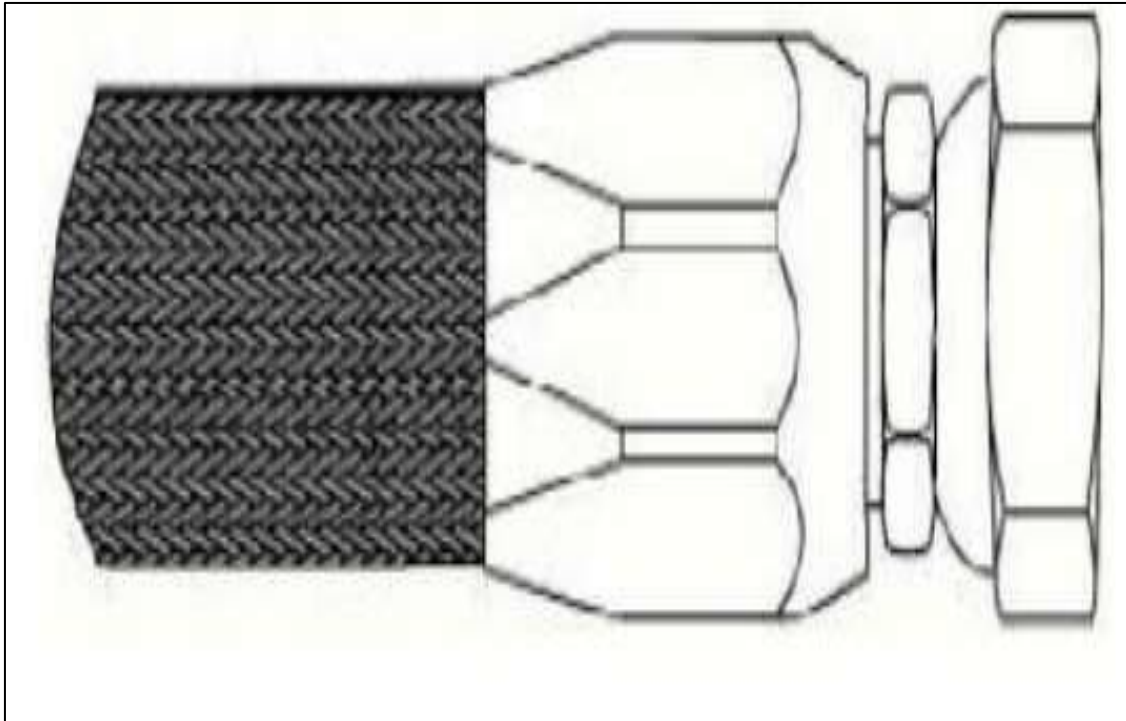


Figura 27. Conexión roscada tipo permanente conectada a una manguera.

Fuente: (Caiza & Lema, 2012)

- **Aparatos indicadores**

En un sistema hidráulico se pueden incorporar distintos instrumentos de medición para controlar todas las variables del sistema, pero en la práctica suelen ocuparse los siguientes instrumentos.

- **Manómetros**

Los manómetros son aparatos que permiten medir la presión del fluido en un determinado punto de la línea del sistema hidráulico. Existen diversos tipos, aunque los más empleados son los circulares y con baño de glicerina. Este tipo de manómetro contiene glicerina que sirve para amortiguar los movimientos bruscos a que puede estar sometida a aguja indicadora, como se muestra en la figura 28.

Características del manómetro seleccionado para la maquina compactadora:

- Presión máxima de escala: 6000 Psi.
- Rango de medición: 0 a 6000 Psi.
- Acople : ¼" NPT de bronce
- Posición: Vertical.
- Disco de seguridad contra ruptura.
- Con glicerina



Figura 28. Conexión roscada tipo permanente conectada a una manguera.
Fuente: (Caiza & Lema, 2012)

Perfiles Laminadas

- **Acero Laminado Caliente**

Según la norma [NTE INEN 115](#) el acero laminado caliente es un material en el que el hierro es predominante y cuyo contenido en carbono es, generalmente, inferior al 2% y contiene otros elementos. Aunque un limitado número de aceros puede tener contenidos en carbono superiores al 2% este es el límite habitual que separa el acero de la fundición.

El proceso de laminado consiste en calentar previamente los lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote por un proceso de estiramiento y desbaste que se produce en una cadena de cilindros a presión llamado tren de laminación. (NTE INEN 115, 2014)



Figura 29. Proceso de unión de las planchas de acero laminado caliente
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morillo

Características de la estructura de la máquina

- Canal U 150x50x60
- Canal U 80x40x4.0
- Canal U 80x40x6.0mm
- Plancha acero ASTM-A-36 (1/4(4x8)
- Plancha acero ASTM-A-36 (4x8)(0.5m*0.53m*1)

Sistemas de compactación

- **Compresión**

Se entiende por compresión al proceso físico que sufre un cuerpo, sometido a dos fuerzas de igual magnitud, pero de dirección opuesta desde afuera hacia el interior con la finalidad de reducir su volumen. La relación de compactación expresa cuantitativamente la diferencia de volúmenes antes y después de la compactación.

Existen tres tipos de sistemas en la compactación:

- Mecánico
- Oleo hidráulico

- Neumático

Para todos los sistemas antes mencionados, existen los equipos de compactación estacionarios y los móviles.

Cuando los desechos se depositan en el compactador manual o se lo alimenta de manera automática sin desplazarse, se dice que el compactador es estacionario.

En cambio, si los mecanismos de compactación son montados sobre ruedas o algún mecanismo para su movimiento, el compactador es móvil.

En el caso de nuestro proyecto se trabajará con el sistema Oleo hidráulico ya que es un sistema que no emite mucho ruido y por ende no contamina al ambiente. Dentro del sistema hidráulico, la compresión se puede clasificar de tres formas diferentes:

- Horizontal
- Vertical
- Circular

De los tres tipos de mecanismo antes mencionados, la compactación vertical representa la forma más utilizada de compresión, ya que los sistemas de compactación horizontal necesitan de una mayor área para trabajar y los compactadores circulares tienen una baja eficiencia en la compactación comparados con los compactadores verticales. Por estas razones es que se elige esta forma de compactación para el diseño como se muestra en la figura 30.

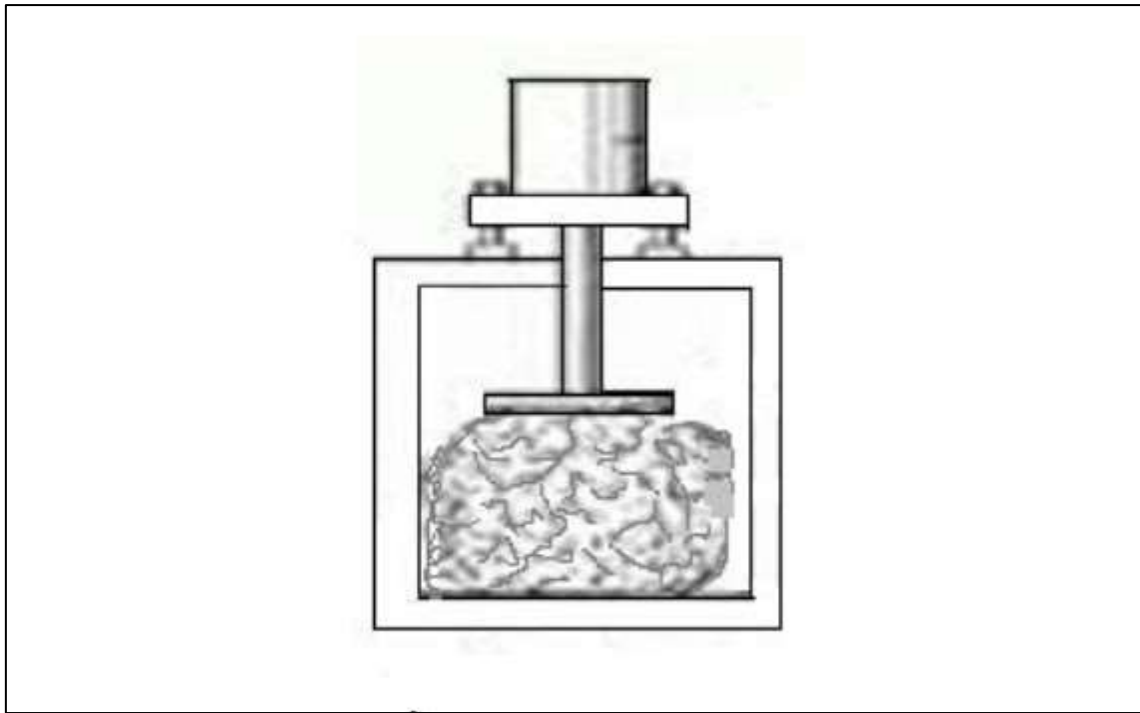


Figura 30. Compactador vertical

Fuente: Nobel, A., 2020.

La relación entre la relación de compactación y la reducción de volumen se muestra gráficamente en la Figura 31.

Si se observa la gráfica la relación de compactación empieza desfasada en una unidad, eso quiere decir que para que haya reducción de volumen nunca puede ser igual a la unidad la relación de compresión.

La reducción de volumen y la relación de compactación son directamente proporcionales, se aprecia en la curva que, a mayor relación de compactación, mayor va a ser el porcentaje de reducción de volumen.

La gráfica sufre un cambio exponencial cuando aproximadamente la reducción de volumen llega a más del 80%, eso quiere decir que la relación de compactación necesita un aumento desproporcionado para que la reducción de volumen incremente. (Lopez & Bajaña, 2016).

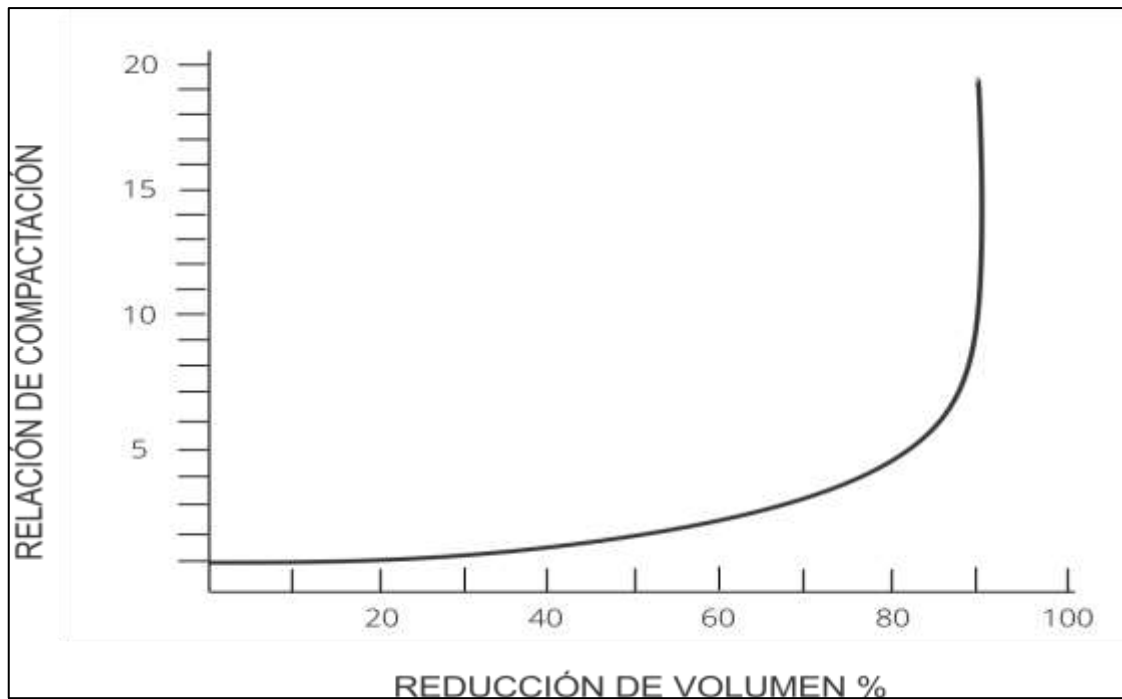


Figura 31. Relación de compactación vs porcentaje de reducción de volumen.
Fuente: Nobel, A., 2020

La relación entre la carga aplicada y la densidad se consideran dentro de los factores de relevancia en la reducción de volumen, está la densidad de los desechos después de la compactación.

En la Figura 32 se presentan algunas curvas de desechos sólidos. Para desechos sólidos municipales sin fraccionar el valor de la densidad asintótica utilizada en estas curvas es 1,800 lb/yd³, que es consistente con valores obtenidos usando compactadores de alta presión. La densidad puede incrementar hasta un 40% si se fragmentan los desechos bajo igualdad de condiciones.

Las curvas presentan en la asíntota de las densidades un valor inicial de 200 lb/yd³, y todas las curvas una densidad máxima de 1500 lb/yd³ aproximadamente, para la máxima carga aplicada.

El contenido de humedad relativa del lugar, también es importante sobre el grado de compactación. (Sánchez, 2015)

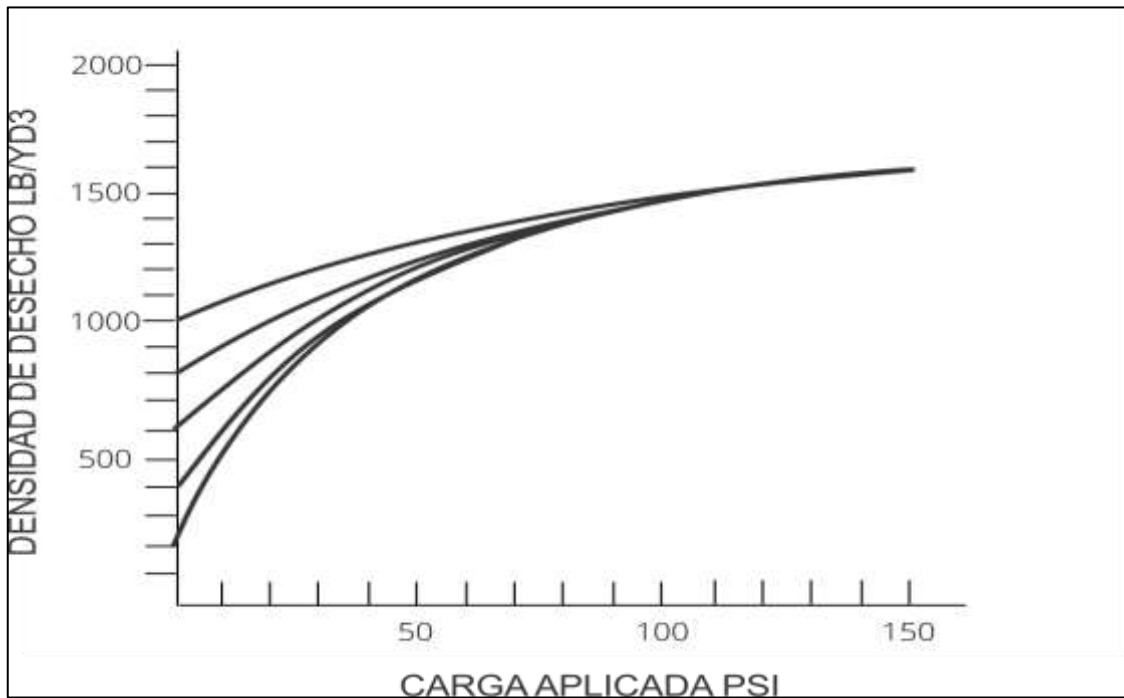


Figura 32. Densidad de los desechos sólidos vs presión aplicada
Fuente: Nobel, A., 2020.

Basura

Se entiende por basura todo desecho sólido o semisólido, putrescente o no. Se comprende en la misma definición los desperdicios, desechos, cenizas, elementos de barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios, de plazas, de mercados, parques y ferias populares, entre otros.

Se pueden encontrar distintos tipos de basura, tales como:

- **Basura semisólida:** Es aquel desecho que en su composición contiene sólidos líquidos.
- **Basura domiciliaria:** La que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, es generada en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento asimilable a estas.
- **Basura comercial:** Es aquella que es generada en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, bodegas, hoteles, restaurantes, cafeterías y otros.
- **Basura institucional:** Es aquella que es generada en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreas, terrestres, fluviales o marítimos y edificaciones destinadas a oficinas, entre otras.

- **Basura Industrial:** Es aquella que es generada en actividades propias de este sector, como resultado de los procesos de producción.

- **Basura de barrido de calles:** Es aquella originada por el barrido y limpieza de calles y comprenden entre otras: basura doméstica, institucional, industrial y comercial arrojadas clandestinamente en la vía pública.

- **Basura de grandes bultos:** Es aquella basura que por su gran volumen y/o peso no puede ser transportada por los vehículos utilizados para la recolección doméstica; su recolección será efectuada con el vehículo asignado al barrido de vías públicas.

Compactación

El compactar se define como un tratamiento o alternativa a la disposición de la basura. Sin embargo, un compactador utilizado junto con otros proyectos de reciclaje y reutilización de materiales puede llevar a reducciones substanciales en volúmenes de residuos.

Los compactadores de basura vienen en varios diseños, tamaños y con diferentes capacidades de proceso. Los controles de operación del equipo son disponibles típicamente con una variedad de opciones que incluye la variación de grados de operación automática y alarmas de contenedor lleno. En unidades autocontenidas, la cabeza del compactador y el contenedor forman una unidad integral para prevenir escapes líquidos (lixiviados) durante la compactación de las botellas plásticas.

Diseño mecánico

El diseño mecánico tiene como finalidad crear un sistema o un dispositivo que satisfaga una necesidad particular, que sea seguro, eficiente y práctico, estos sistemas o dispositivos implican elementos que transmitan energía y logren con distintos componentes un patrón específico de movimiento que resulte útil para la aplicación estudiada.

Para la realización de un buen diseño es necesaria la utilización de una gran variedad de conocimientos y destrezas, entre los que se destacan:

- El dibujo técnico.
- Las propiedades de los diferentes materiales que puedan ser utilizados en la construcción del diseño realizado.

- Los distintos procesos de fabricación o manufactura.
- La estática, dinámica y resistencia de los materiales.
- Posibles mecanismos existentes para determinados usos.
- Controles eléctricos y automáticos.

Algunos criterios utilizados para el diseño mecánico son:

- Alta seguridad.
- Alta confiabilidad (alta probabilidad de que el diseño pueda cumplir al menos con la vida útil programada).
 - Alto rendimiento (en qué porcentaje el diseño satisface los objetivos planteados).
 - Facilidad de fabricación.
 - Facilidad de operación.
 - Disponibilidad de servicio o de reemplazo de componentes.
 - Bajos costos de operación y mantenimiento.
 - Bajos costos de fabricación.
 - Menor tamaño y peso.
 - Menor ruido provocado.
 - Aspecto o parte estética agradable a la vista.
 - Cumplimiento de normas y decretos legales, que se apliquen al diseño.

Soldadura

La soldadura se puede definir como una fundición localizada de metales homogéneos o heterogéneos que se produce debido a el calentamiento a temperaturas adecuadas con o sin la utilización de metal de aporte y de presión.

El material de aporte sólo es utilizado si es compatible con el metal base y si las superficies están limpias y libres de materiales extraños.

La soldadura puede ser, con arco, con gas, por resistencia, fuerte, en estado sólido y otros.

La American Welding Society (AWS) establece ciertos procedimientos y uniones para la soldadura como normas aceptables y, si se aplican, no necesitan ninguna otra calificación del procedimiento, sin embargo, el soldador debe estar bien calificado para realizar el proceso de soldadura. (Marks, 1999)

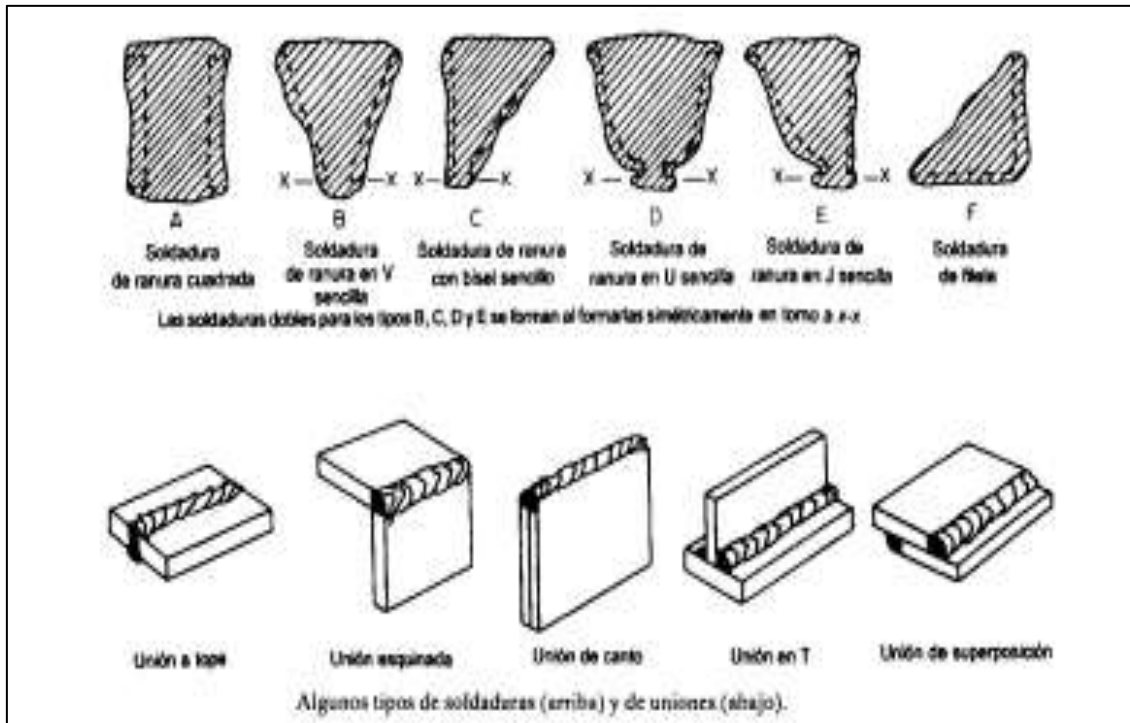


Figura 33. Algunos tipos de uniones.
Tomado de: Marks. Manual del Ingeniero Mecánico. Pág 13-32.

Identificación de los electrodos



Figura 34. Clasificación de electrodos
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

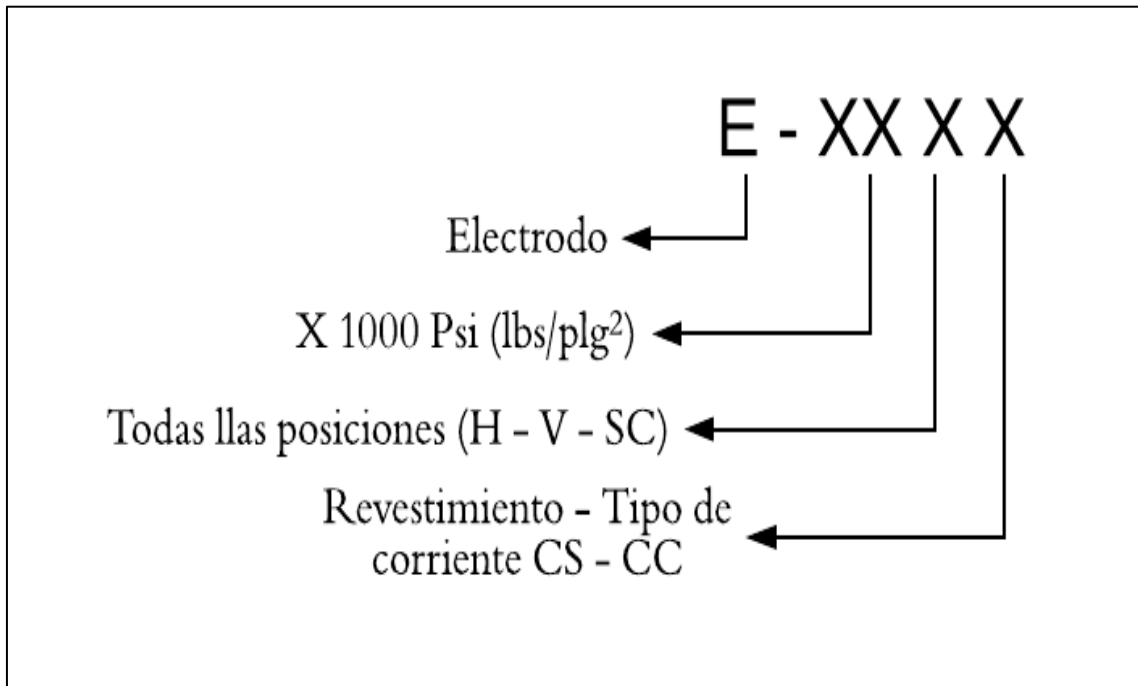


Figura 35. Designación de electrodo
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Soldadura 7018

- Electrodo para acero al carbono
- Revestimiento bajo hidrógeno con hierro en polvo. Color gris
- Toda posición

Descripción

El electrodo 7018-RH es de bajo contenido de hidrógeno y resistente a la humedad. Está especialmente diseñado para soldaduras que requieren severos controles radiográficos en toda posición. Su arco es suave y la pérdida por salpicadura es baja.

Usos

El 7018-RH es recomendado para trabajos donde se requiere alta calidad radiográfica, particularmente en calderas y cañerías. Sus buenas propiedades físicas son ideales para ser usado en astilleros.

Se utiliza en el sector que lo usa ampliamente en la construcción de recipientes sometidos a presión, tanques de almacenamiento, secciones gruesas y pesadas en cordones múltiples para envases, calderas, tanques de alta presión, intercambiadores de calor, etc.

Aplicaciones típicas

- Aceros Cor-Ten, Mayari-R
- Lukens 45 y 50
- Yolo y otros aceros estructurales de baja aleación

Procedimiento

Para soldaduras horizontales y trabajo de soldadura en sentido vertical descendente, debe usarse un arco corto.

No se recomienda la técnica de arrastre. En la soldadura en posición sobre cabeza debe usarse un arco corto con ligero movimiento oscilatorio en la dirección de avance. Debe evitarse la oscilación brusca del electrodo

Ventajas

- El electrodo 7018 posee una gran facilidad de encendido y reencendido.
- Adecuada extensión del depósito con mínimo chisporroteo y de fácil limpieza, buena apariencia y remoción de escoria.
- Aplicable con corriente directa con electrodo al positivo + (polaridad invertida) CDPI.
- Electrodo adecuado para realizar soldaduras en toda posición en aceros de alta resistencia mecánica.
- Diseñado para trabajos donde se exija una alta temperatura de servicio (hasta 500°C).

Propiedades mecánicas bajo normatividad A.W.S.

- Resistencia a la tensión: 490 MPa (70 000 psi)
- Limite Elastico: 390 MPa (57 000 psi)
- Elongación en 50,8 mm (2"): 22%

Composición química (típica) del metal depositado:				
C 0,06%; Mn 1,05%; Si 0,49%; P 0,015%; S 0,010%				
Características típicas del metal depositado (según norma AWS: A5.1/A5.1M-04):				
Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte		Requerimientos	Energía Absorbida Ch-v	Requerimientos
Resistencia a la tracción	: 535 MPa	490 MPa	130J a -30°C	27J a -30°C
Límite de fluencia	: 445 MPa	400 MPa		
Alargamiento en 50 mm	: 30%	22%		
Amperajes recomendados:				
Diámetro mm	Longitud mm	Amperaje		Electrodos x kg aprox.
		mín.	máx.	
2,4	300	70	120	55
3,2	350	120	150	28
4,0	350	140	200	20
4,8	350	200	275	14

Figura 36. Composición química del metal depositado.

Fuente: Indura 7018-RH

Soldadura 6011

El electrodo 6011 posee un revestimiento de tipo celulósico diseñado para ser usado con corriente alterna, pero también se le puede usar con corriente continua, electrodo positivo. La rápida solidificación del metal depositado facilita la soldadura en posición vertical y sobre cabeza. El arco puede ser dirigido fácilmente en cualquier posición, permitiendo altas velocidades de deposición (soldadura).

Características:

- Electrodo para soldar aceros dulces o al carbono.
- Toda posición • Corriente continua, electrodo positivo (CCEP)
- Corriente alterna (CA)
- Revestimiento canela (celulósico potásico)
- Punto azul

Usos:

Este electrodo es apto para ser utilizado en todas las aplicaciones de soldadura en acero al carbono.

Aplicaciones Típicas:

- Cordón de raíz en cañería
- Cañerías de oleoductos
- Reparaciones generales
- Estructuras metálicas
- Planchas galvanizadas
- Embarcaciones
- Estanques
- Obras de Construcción

COMPOSICION QUIMICA DEL METAL DEPOSITADO				CARACTERISTICAS TIPICAS DEL METAL DEPOSITADO						
C	0,11%			Limite de Fluencia	424 Mpa					
Mn	0,41%			Resistencia a la Tracción	495 Mpa					
Si	0,23%			Agrietamiento en 50 mm	27%					
P	0,010%			Energía Absorbida	34 J a -30°C					
S	0,017%									
AMPERAJES RECOMENDADOS										
Cod. SAP	Ref. AWS	Ref. Prov.	Diam. Electrodo		Long. Electrodo		Amperaje		Electrodo x kg aproximado	Kg/Caja
			pulg	mm	pulg	mm	min	max		
2000093	E 6011	E 6011	3/32	2,4	12	300	50	90	74	25
2000094	E 6011	E 6011	1/8	3,2	14	350	80	120	34	25
2000095	E 6011	E 6011	5/32	4	14	350	110	160	24	25
2000096	E 6011	E 6011	3/16	4,8	14	350	160	220	17	25
1030482	E 6011	E 6011	1/8	3,2	14	350	80	120	34	20
1030483	E 6011	E 6011	5/32	4	14	350	110	160	24	20
2000459	E 6011	E 6011 (1Kg)	1/8	3,2	14	350	80	120		25

Figura 37. Características de los electrodos 6011.

Fuente: Soldadura INDURA.

Interruptores

Los interruptores son aparatos eléctricos con los que se abre o se cierra un circuito, es decir, se corta el paso de la corriente o se le da paso. Los interruptores son accionados manualmente. Cuando se accionan los interruptores por medio de un electroimán se llaman relés o contactores.



Figura 38. Interruptores eléctricos.
Fuente: Lopez y Viteri, 2018.

Pulsadores

Los pulsadores son elementos auxiliares utilizados en maniobras de marcha y parada de circuitos eléctricos. Existe una gran variedad de pulsadores dentro de los llamados de marcha y parada, pudiendo ser mixtos y múltiples. (Lopez & Zambrano, 2014)



Figura 39. Pulsadores de parada y puesta en marcha.
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Características

- Pulsador eléctrico de subida y bajada.
- Accionado manual, situado en la línea de alimentación de la máquina.
- Pulsadores pulsados, mientras se mantenga pulsado la corriente puede pasar por el pulsador ya que permanece cerrado.

CAPÍTULO III

3.1. Marco metodológico

3.2. Nivel de la investigación

El nivel de investigación de este trabajo será inductivo – deductivo, mismo que proporcionaran información válida para direccionar el diseño y construcción de la maquina compactadora de solidos generados en la UTM.

Método

- **Método deductivo:** Mediante este método se analizó la información de lo general para particularizarlo posteriormente mediante las teorías relacionadas con el tema correspondientes a las limitaciones tecnológicas en el proceso de compactación de los residuos sólidos generados en la Universidad Técnica de Manabí.
- **Método inductivo:** permite analizar la información de lo particular a lo general, para este punto se utilizan los resultados obtenidos en la investigación de campo y los análisis de ingeniería aplicados.
- **Método experimental:** permitirá controlar las variables que se encuentran planteadas en el proyecto.

Población y muestra

La población a la que se investigó fue los estudiantes d la Universidad Técnica de Manabí.

La Muestra que tomamos corrió un margen de error del 9% según la fórmula es la siguiente.

1. Si se asume que el nivel de fiabilidad puede ser del 92 %
2. Este valor se divide para dos. Esto es, $0.92 / 2 = 0.46$
3. Se localiza el número de Z más aproximado. Esto es, 0.46
4. Se suman los valores correspondientes a los encabezamientos de la fila y columna correspondiente a 0.4599 Esto es: $1.7 + 0.05$

5. Así, a una fiabilidad del 92 % le corresponde un valor $z = 1.75$

- **Fórmula aplicada en la encuesta**

Z= 92%

E=9%

$$n = \frac{k^2 N p q}{[e^2(N - 1) + [k^2 p q]]} \quad (\text{F16}) \quad (\text{Hueso \& Cascant, 2012})$$

$$n = \frac{1.96^2(35000)(0.5)(0.5)}{[0.05^2(34999) + [1.96^2(0.5)(0.5)]]}$$

$$n = 380$$

Técnicas

Para la recolección de la información se utilizó algunas técnicas como son las siguientes:

- Encuestas a los estudiantes del Alma Mater.
- Observación de campo.

Encuestas

Es una de las técnicas más utilizadas en donde vamos a encontrar un banco cuestionario dirigido a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí, todas estas con el propósito de obtener información la misma que nos sirvió para el desarrollo del proyecto.

Observación

Proceso riguroso que nos permitió conocer de forma directa el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada.

Se realizaron prácticas para calcular la presión que necesitan las botellas para ser compactadas, el proceso se realizó con distintas clases de botellas de diferentes tamaños y texturas.

3.3. Análisis e interpretación de los resultados

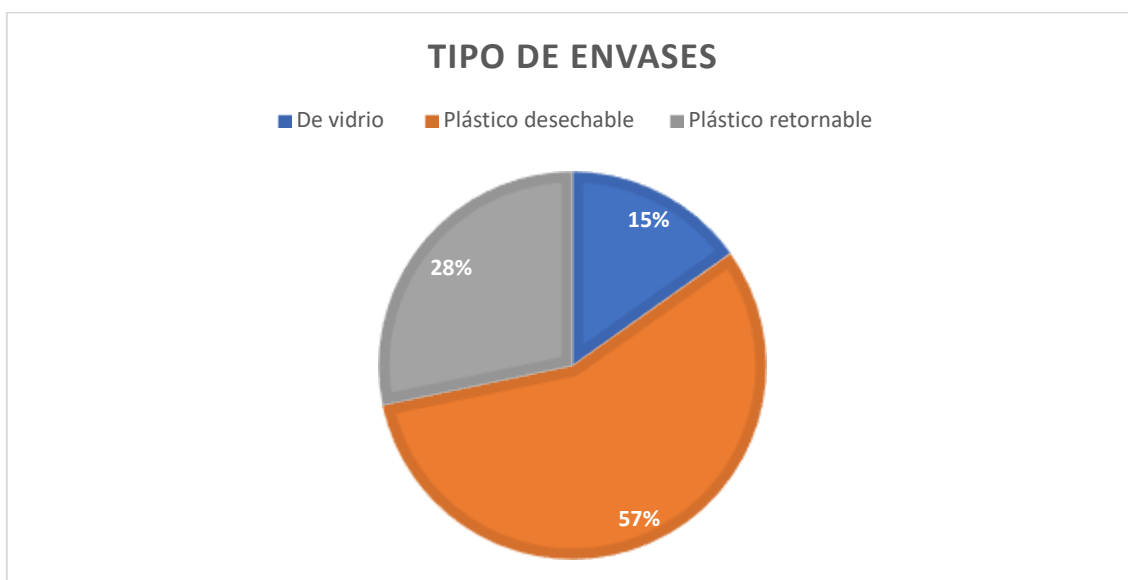
- Análisis de resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes de Universidad Técnica de Manabí.

Pregunta 1. ¿Qué tipo de envases utiliza usted el momento de ingerir una bebida?

Tabla 3. Tipo de envases.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
De vidrio	59	15%
Plástico desechable	220	57%
Plástico retornable	110	28%
TOTAL	380	100%

Gráfico 1. Tipo de envases



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Análisis: De los estudiantes encuestados (muestra) de la UTM, se ha podido detectar que el 15% prefieren bebidas en envase de vidrio, el 57% de plástico desechable y el 28% de plástico retornable.

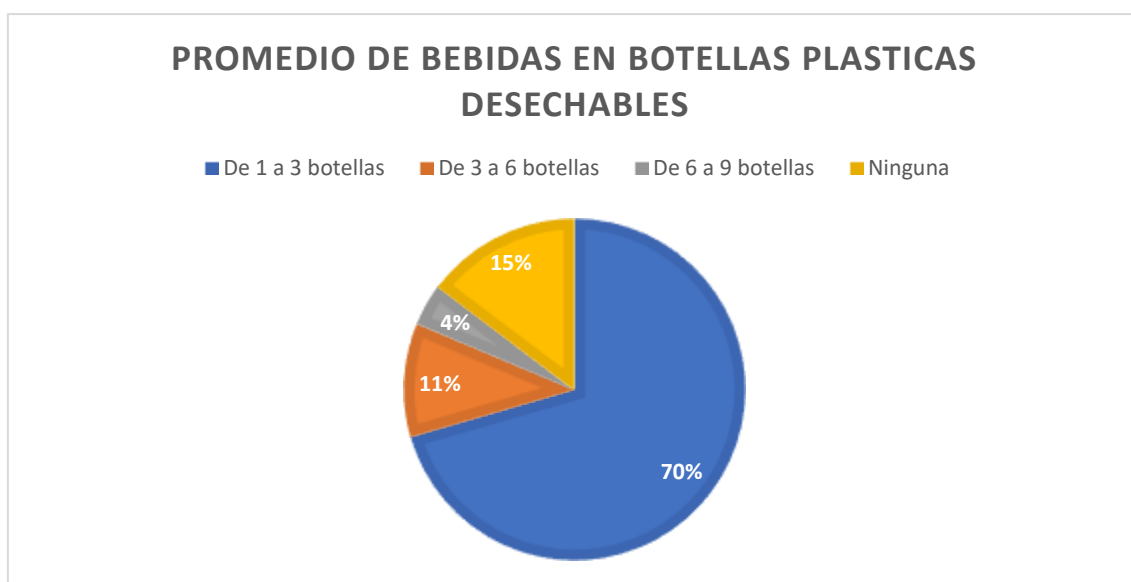
Interpretación: Tomado desde la muestra, la mayor parte de los estudiantes todavía prefieren envases desechables al momento de ingerir bebidas, creando de esta manera una mayor recolección de botellas plásticas.

Pregunta 2. ¿En clases presenciales en la Universidad Técnica de Manabí, que promedio de bebidas consumía en botellas plásticas desechables?

Tabla 4. Promedio de bebidas en botellas plásticas desechables.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
De 1 a 3 botellas	268	70%
De 3 a 6 botellas	41	11%
De 6 a 9 botellas	15	4%
Ninguna	56	15%
TOTAL	380	100%

Gráfico 2. Promedio de bebidas en botellas plásticas desechables.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí
Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Análisis: De acuerdo a esta pregunta el 70% de los estudiantes consumen de 1 a 3 botellas, el 11% de 3 a 6 botellas, el 4% de 6 a 9 botellas y el 15% ninguna.

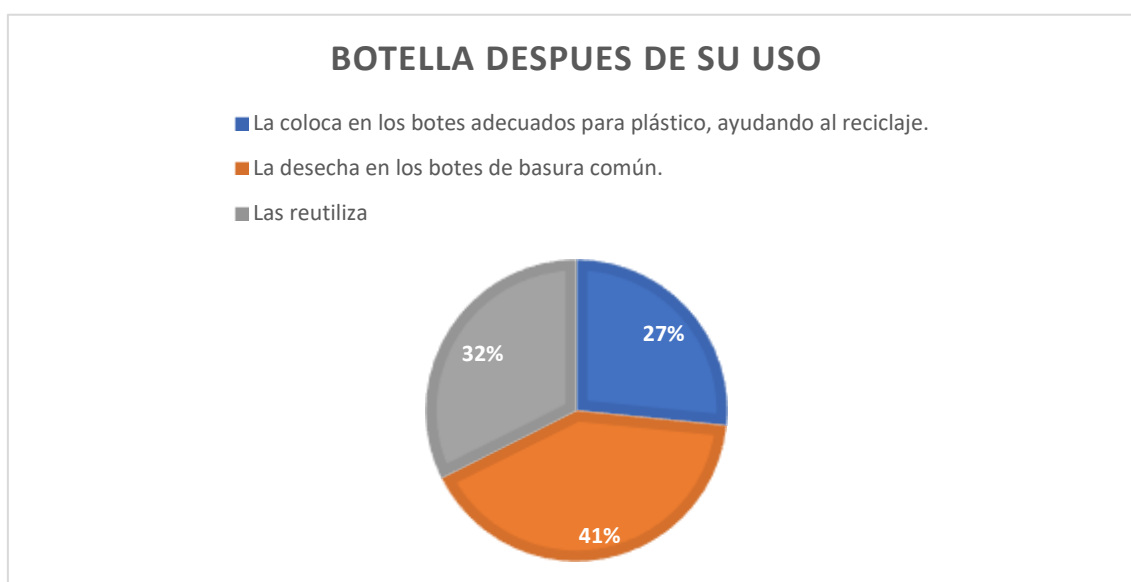
Interpretación: De los estudiantes encuestados, son más de la mitad los que consumen de 1 a 3 botellas desechables, es un grado muy alto si esto lo multiplicamos por todos los estudiantes de la institución, ocasionando de esta manera un abundante consumo de botellas plásticas, el 15 % dice no tomar ninguna botella de agua, esto puede beberse a que ellos llevan su propio envase con agua o simplemente no consumen agua dentro de la institución.

Pregunta 3. ¿Qué hace usted con las botellas de plástico desechables, luego de consumir su contenido?

Tabla 5. Botellas después de su uso.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
La coloca en los botes adecuados para plástico, ayudando al reciclaje.	101	27%
La desecha en los botes de basura común.	156	41%
Las reutiliza	123	32%
TOTAL	380	100%

Gráfico 3. Botellas después de su uso.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Análisis: Para esta pregunta los encuestados con un 27% respondieron que colocan las botellas plásticas en botes adecuados ayudando al reciclaje, el 41% los desechan en basura común y el 27% los reutiliza.

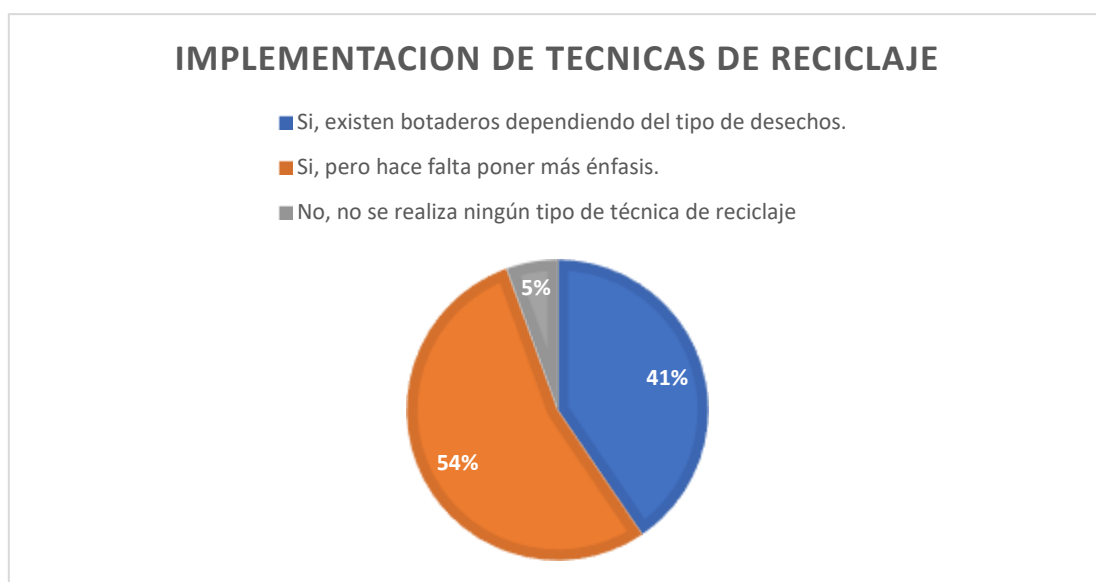
Interpretación: Según esta interrogante el 41% de los estudiantes no colocan las botellas en botes asignados, primero porque no tienen información sobre como reciclar y segundo porque no tienen este hábito, lo que produce un menor reciclaje de este tipo de envases, sería bueno que se señalara en los botes de basura a qué tipo de desecho pertenece cada bote para así facilitar el reciclaje y fomentar la separación de residuos.

Pregunta 4. ¿Cree usted que las autoridades de la Universidad Técnica de Manabí han implementado técnicas de reciclaje para aportar a la campaña de reciclar?

Tabla 6. Implementación de técnicas de reciclaje.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si, existen botaderos dependiendo del tipo de desechos.	154	41%
Si, pero hace falta poner más énfasis.	205	54%
No, no se realiza ningún tipo de técnica de reciclaje	21	5%
TOTAL	380	100%

Gráfico 4. Implementación de técnicas para reducir la contaminación ambiental.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí
Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Análisis: En la siguiente pregunta el 5% dice que no se realiza ningún tipo de técnica de reducción de contaminación, el 41% dice que si ha tomado medidas pero que hace falta poner más énfasis y el 54% menciona que si existen botaderos dependiendo del tipo de desechos.

Interpretación: La mayoría de los estudiantes menciona que, si existen técnicas para el reciclaje en la UTM, esto haría el trabajo más fácil al momento de recolectar la basura ya que las botellas plásticas estarían separadas de los demás residuos, pero cabe señalar que el resto de los estudiantes recalca que hay que hacer más énfasis en estas campañas.

Pregunta 5. ¿La implementación de una compactadora hidráulica para compactar plástico permitirá facilitar el reciclaje en la Universidad Técnica de Manabí?

Tabla 7. Implementación de una compactadora de residuos plásticos.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Si	358	94%
No	10	8%
Talvez	12	14%
TOTAL	380	100%

Gráfico 5. Implementación de una compactadora de residuos plásticos.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí

Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Análisis: El 94% de los estudiantes opinan que la implementación de una compactadora hidráulica para compactar plástico permitirá mejorar el reciclaje en la UTM, mientras que el 4% menciona que talvez, esto se debe a que en la pregunta anterior exponen que tienen que poner más énfasis en estas campañas, dejando al 2% como minoría dicen que no.

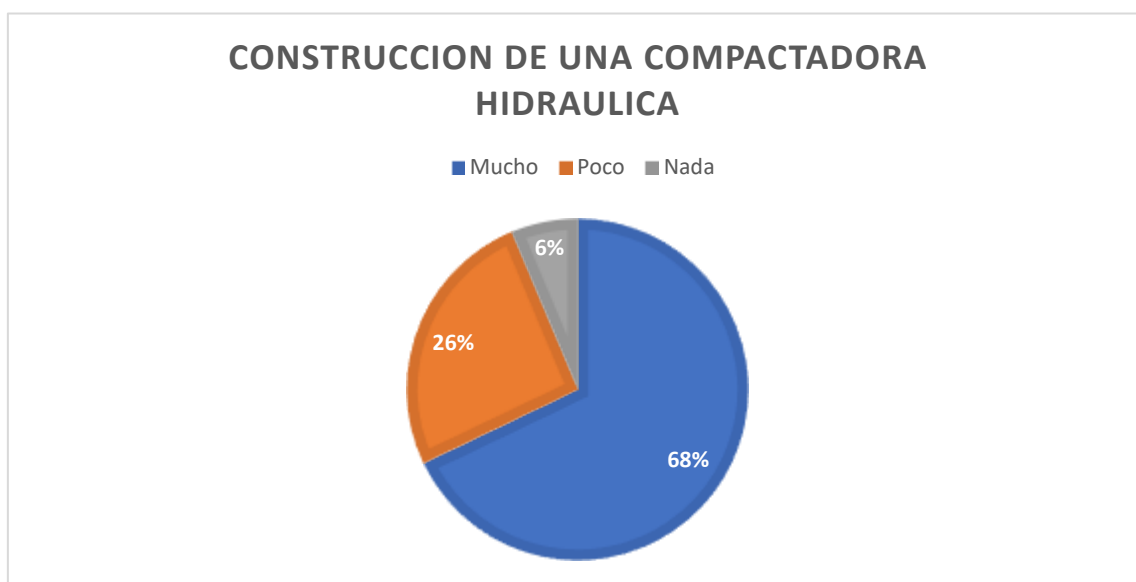
Interpretación: De acuerdo a los datos recopilados en su totalidad indica que la implementación de una compactadora mejorará la cultura de reciclaje en los estudiantes y en la institución.

Pregunta 6. ¿La construcción de una compactadora hidráulica reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clase?

Tabla 8. Construcción de una compactadora hidráulica.

Opciones	Frecuencia	Porcentaje
Mucho	258	%
Poco	98	%
Nada	24	%
TOTAL	380	100%

Gráfico 6. Construcción de una compactadora hidráulica.



Fuente: Encuesta aplicada a los estudiantes de la Universidad Técnica de Manabí
Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Análisis: De los 380 estudiantes encuestados el 68% opinan que la construcción de una compactadora hidráulica reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clases, mientras que el 26% cree que poco sería el refuerzo de lo aprendido, dejando al 6% que creen que no aportaría a su conocimiento.

Interpretación: Se puede observar que un mayor porcentaje de estudiantes cree que la construcción de una compactadora hidráulica reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clases reforzando lo práctico.

3.3.1. Verificación de la hipótesis.

Enunciado:

Al diseñar y construir una maquina compactadora para residuos sólidos en la Universidad Técnica de Manabí permitirá compactar y reducir el material reciclado, evitando la progresiva contaminación ambiental en dicha institución.

Verificación.

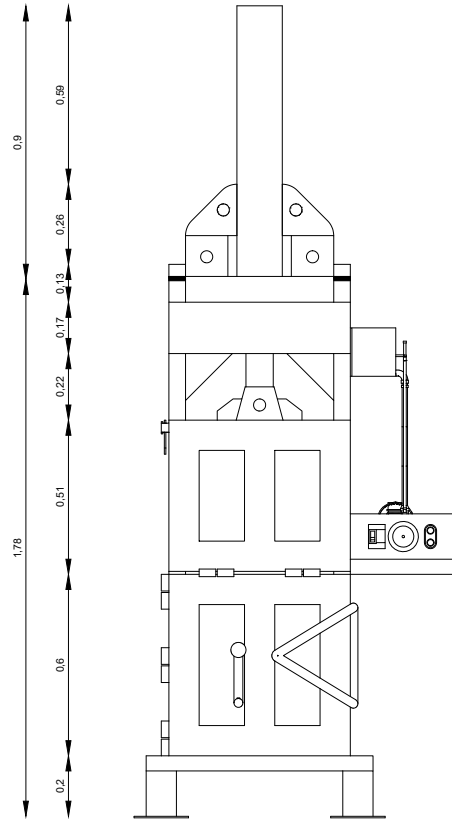
Para la verificación de la hipótesis se tomó en cuenta los criterios más trascendentes vertidos por los estudiantes en la encuesta correspondiente:

- ✓ El 94% de estudiantes encuestados manifiesta que la implementación de una compactadora electrohidráulica facilitará la forma de reciclaje en la UTM.

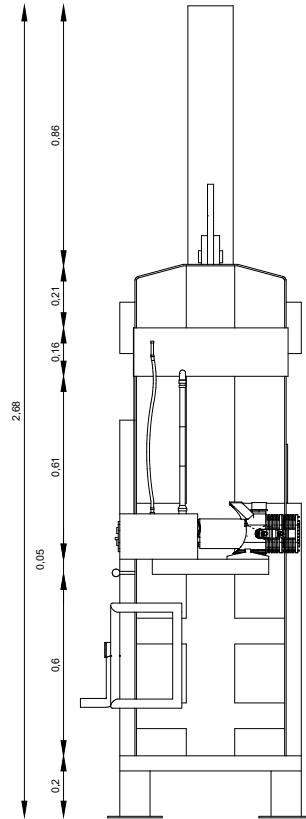
Decisión:

A través de los resultados obtenidos de la encuesta se puede concluir que, con el diseño y construcción de una compactadora mediante un sistema hidráulico para compactar plástico en la Universidad Técnica de Manabí, permitirá compactar y reducir el material reciclado, evitando la constante contaminación ambiental que afecta a la sociedad y deteriora el ambiente; además que servirá de ingresos extras para la institución.

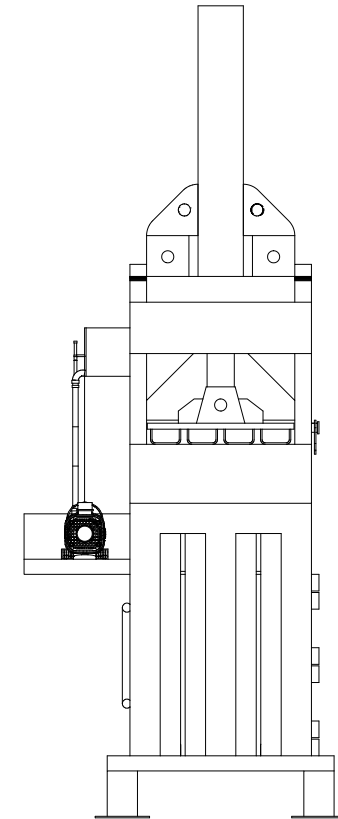
3.3.2. Diseño de la compactadora hidráulica



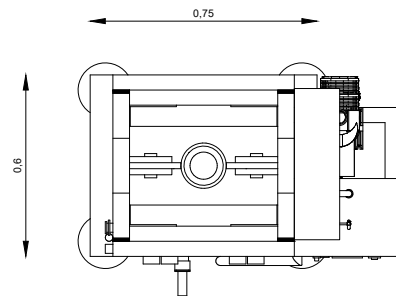
Vista Frontal



Vista Derecha



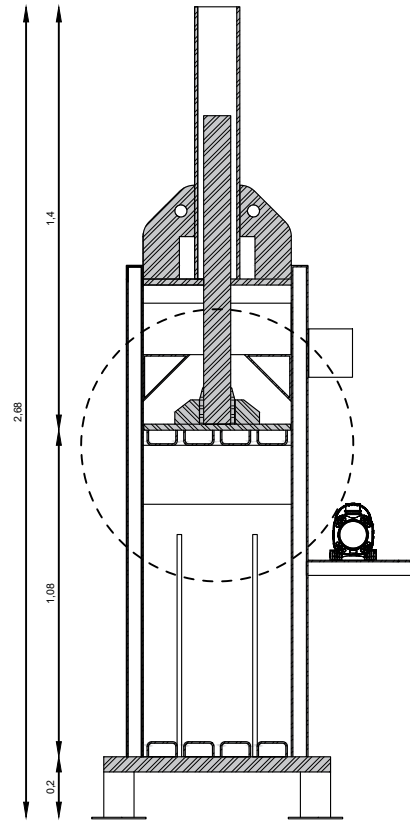
Vista Posterior



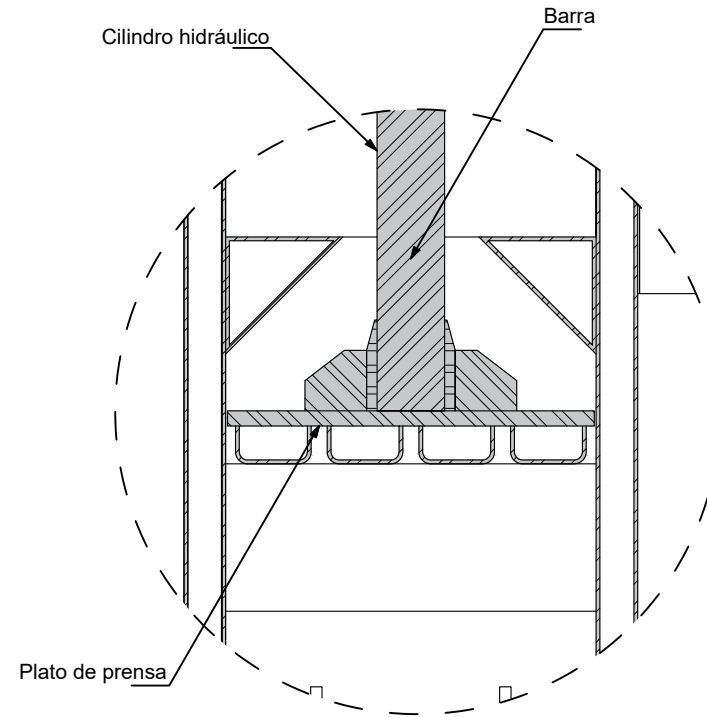
Vista Aérea



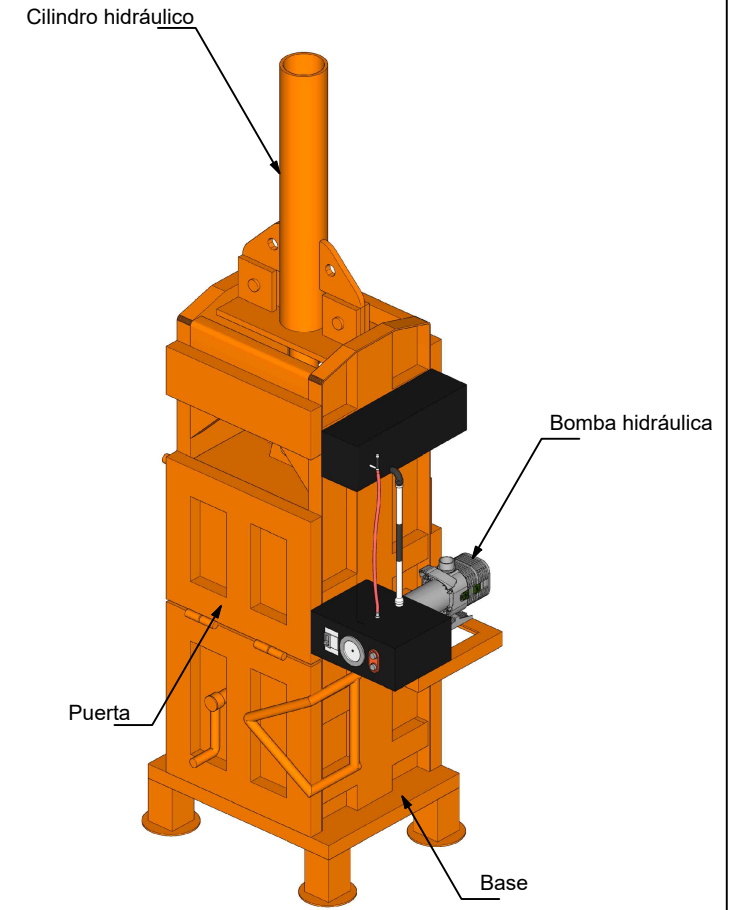
FACULTAD: Facultad de ciencias matemáticas, físicas y químicas	CARRERA: Ingeniería Industrial	
TUTOR: Ing. Galo Perero Mg.	REVISOR: Ing. Alfredo Zambrano Msc.	
TEMA: Diseño y construcción de máquina compactadora de residuos sólidos plásticos en la UTM.	FECHA: 18 / 05 / 2021	LÁMINA: L01
NOMBRES: Moreira Kerly - Morrillo Henry	ESCALA: 1 : 25	



Sección



Detalle



Vista Isométrica



FACULTAD:	Facultad de ciencias matemáticas, físicas y químicas	CARRERA:	Ingeniería Industrial
TUTOR:	Ing. Galo Perero Mg.	REVISOR:	Ing. Alfredo Zambrano Msc.
TEMA:	Diseño y construcción de máquina compactadora de residuos sólidos plásticos en la UTM.	FECHA:	18 / 05 / 2021
NOMBRES:	Moreira Kerly - Morrillo Henry	ESCALA:	1 : 25

L02

Presentación

El diseño y construcción de una compactadora mediante un sistema hidráulico para compactar botellas de plástico está conformado por:

- a) La estructura mecánica: Estructura, ángulos, planchas de acero laminado caliente y elementos auxiliares mecánicos.
- b) El sistema hidráulico: una bomba hidráulica de engranaje, una válvula de control de fluido, un cilindro hidráulico de doble efecto y elementos auxiliares hidráulicos.
- c) El sistema eléctrico: un motor eléctrico y elementos auxiliares eléctricos.

La construcción de la máquina se desarrolló por los tesisistas el mismo que servirá para reducir el espacio de la recolección que se realice en la Universidad Técnica de Manabí, con el fin de solucionar la grave problemática de la basura y reducir la contaminación ambiental mediante procesos de reciclaje y clasificación, mejorando la productividad en los procesos de manufactura.

Estética

La máquina presenta buenas cualidades estéticas, su distribución es bastante ordenada, muy simétrica, buena fachada, de tamaño normal y bastante novedoso.

Seguridad

La máquina es vulnerable en el aspecto seguridad. Una solución a este problema es encontrar una sincronía adecuada entre el operario y la compactadora, ya que solucionaría problemas de seguridad, con lo cual se podría catalogar esta máquina con un nivel de seguridad aceptable.

3.3.3. Descripción del diseño final

a) **Modo de operación:** Esta máquina, para su puesta en marcha, sólo requiere la presencia de un operador.

El cual accionará el sistema hidráulico, que a su vez accionará un cilindro hidráulico, desplazando la plancha de prensado, los cuales, en forma lineal, entran en la cámara, que a su vez contienen el reciclado para prensado, presionando hasta obtener el material reciclado reducido.

b) **Detalles constructivos:** la prensa constará básicamente de cuatro partes importantes:

- Cilindro hidráulico, el cual se encuentra cromado, templado por inducción.
- Sistemas de seguridad de las compuertas, nos ayuda a mantener la seguridad al momento de su funcionamiento.
- Bandeja receptora, que servirá para lograr compactar el plástico o el papel.
- Estructura base, ésta proporciona la rigidez a además soporta todos los elementos de la prensa.

El accionamiento de esta máquina es hidráulico y se proyectará a partir de la información proporcionada por catálogos, bibliografías, entre otros varios antecedentes recolectados.

3.3.4. Cálculo de los elementos involucrados

El siguiente circuito hidráulico básico se utiliza para que funcione correctamente la máquina. Además, adicionaremos lo necesario para una sincronización hidráulica necesaria, ya que la máquina está provista de un cilindro hidráulico.

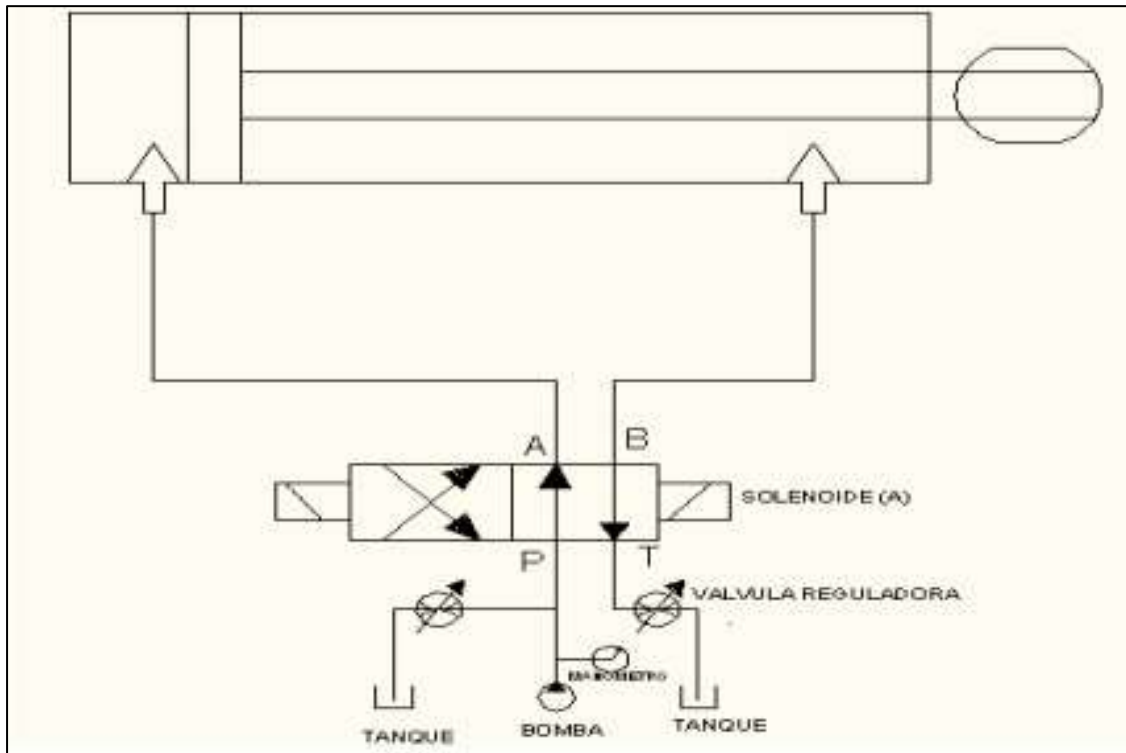


Figura 40. Diagrama hidráulico del control de una compactadora.

Fuente: Caiza y Lema, 2012

Cálculo de la fuerza de compactación.

Para calcular la fuerza que debe ejercer la placa móvil en un área determinada para compactar, se realizaron pruebas en una presa para determinar la presión que ejerce en la botella plástica.

Con base en lo anterior se realizaron 5 pruebas, cada una consistió en fabricar un cubo de retal en las cuales se tomaron los datos de la presión del fluido (lectura del manómetro).

Las pruebas consisten inicialmente con la prensa hidráulica aplastar las botellas plásticas de diferente prototipo y tomar lectura del manómetro y se obtiene un valor promedio de presión $2,05 \text{ Kg/cm}^2$ por una botella, por lo tanto, es prudente seleccionar una presión de 200 Kg/cm^2 . De esta forma, se evidenció la presión ejercida en las botellas plásticas. (Ver Anexo 1).

NOMBRE	ENVASE	PESO	VERTICAL	TAPA	HORIZONTAL	FONDO	MEDIA PRESIÓN
			<i>Kg/cm²</i>				
COCA COLA	300 ml	21 gr	1	4	1	1	1,75
			1	4	1	1	1,75
AGUA GAR	500 ml	17 gr	1	4	1	1	1,75
AGUA GUITIG	500 ml	22 gr	2	4	1	2	2,25
		22 gr	2	4	1	2	2,25
DESODORANTE ΩHM	50 gr	26 gr	1	6	1	2	2,5
			1	6	1	2	2,5
DESODORANTE EFFECTIVE	50gr	23 gr	1	6	1	2	2,5
			1	6	1	2	2,5
JUGO DEL VALLE	300 ml	15 gr	1	4	1	1	1,75
			1	4	1	1	1,75
DESODORANTE AVON	50 ml	29 gr	1	4	2	3	2,5
			1	4	2	3	2,5
			1	4	2	3	2,5
GATORADE	500 ml	28 gr	2	3	1	2	2
			2	3	1	2	2
PONI MALTA	330cm ³	29 gr	2	4	1	2	2,25
			2	4	1	2	2,25
OLIMPIA	900 ml	49 gr	1	4	1	1	1,75
			1	4	1	1	1,75
ALCOHOL	250 ml	236 gr	2	4	1	4	2,75
PEDIALITE	500 ml	28 gr	2	4	1	4	2,75
PILSENER EN LATA	355cm ³	14 gr	1	1	1	1	1
CLUB VERDE EN LATA	355cm ³	13 gr	1	1	1	1	1
CERVEZA SCHWARZBIER	500 ml	17 gr	1	1	1	1	1
TOTAL DE LA MEDIA DE LA PRESIÓN							2,05

Tabla 9. Pruebas de presión de distintas botellas

Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Presion $\frac{kg}{cm^2}$	Presion psi	Nº de botellas
2,05	29,16	1
3,52	50	60
7,03	100	80
21,09	300	150
80	1137,87	600

Tabla 10. Valores por botellas. Lema Y Montoya, 2018.

Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

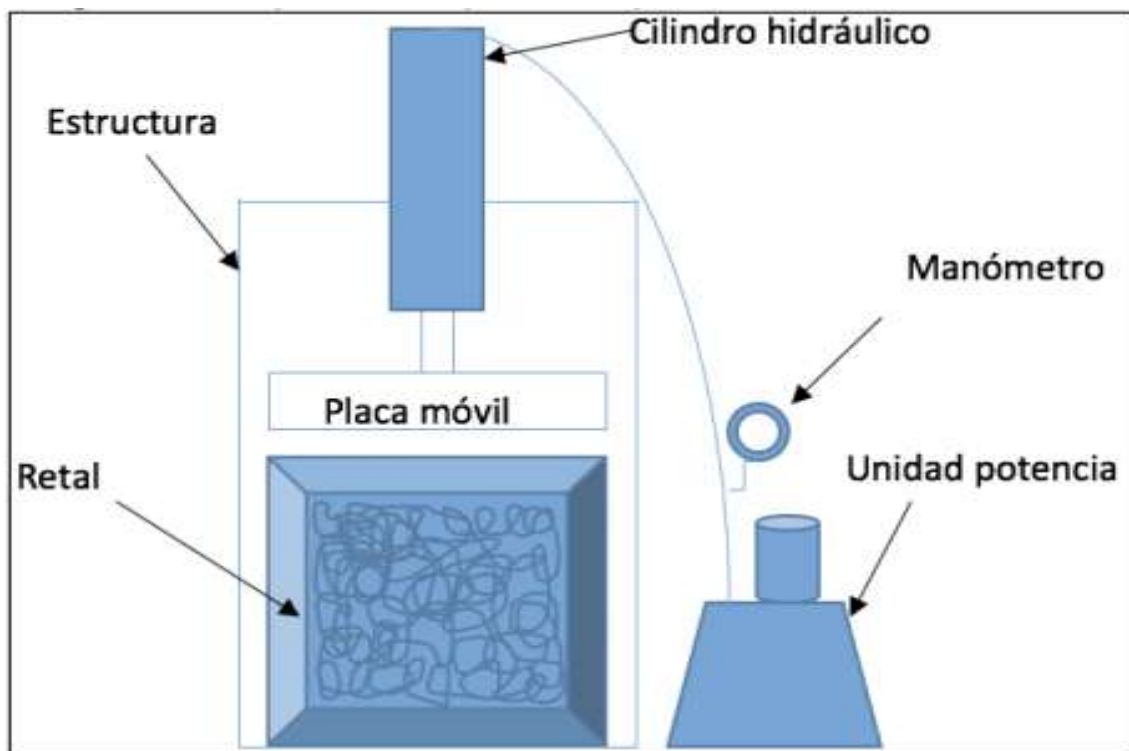


Figura 41. Esquema de la máquina compactadora

Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Selección del diámetro del pistón y del vástago

Unidad: N

Diámetro (mm)	Tamaño vástago (mm)	Sentido de movimiento	Área efectiva (mm ²)	Presión de trabajo (MPa)		
				3.5	7	10
20	12	SALIDA	314	1099	2198	3140
		ENTRADA	201	704	1407	2010
25	14	SALIDA	490	1715	3430	4900
		ENTRADA	336	1176	2352	3360
32	18	SALIDA	804	2814	5628	8040
		ENTRADA	549	1922	3843	5490
40	22.4	SALIDA	1256	4396	8792	12560
		ENTRADA	862	3017	6034	8620
50	28	SALIDA	1963	6871	13741	19630
		ENTRADA	1347	4715	9429	13470
63	35.5	SALIDA	3117	10910	21819	31170
		ENTRADA	2127	7445	14889	21270
80	45	SALIDA	5026	17591	35182	50260
		ENTRADA	3436	12026	24052	34360
100	56	SALIDA	7853	27486	54971	78530
		ENTRADA	5390	18865	37730	53900

Esfuerzo teórico (N) = Presión (MPa) × Área efectiva (mm²)

Figura 42. Serie CHKDB Esfuerzo teórico.

Fuente: Rodriguez y Zuluaga, 2018.

Con la presión de $80 \frac{kg}{cm^2}$ y el diámetro del vástago $D= 4,5 \text{ cm}$ seleccionado de la figura 41, se puede determinar la fuerza que transmite el vástago a la placa, usando la siguiente ecuación y se halla la fuerza máxima realizada por el cilindro;

$$F = A * P \quad (F17) \quad (Zelaya, 2016)$$

$$F = \frac{80kg}{cm^2} * \frac{\pi * (4,5 \text{ cm})^2}{4}$$

$$F = 1272,34 \text{ kg f}$$

Donde;

F= Fuerza $kg f$

A= Área del émbolo cm^2

P= Presión del fluido $\frac{kg}{cm^2}$

Esta es la fuerza transmitida por el cilindro a la placa móvil, que tiene un área de 2401cm^2 . Con estos datos y con la siguiente ecuación, se obtiene la presión máxima que ejerce la placa:

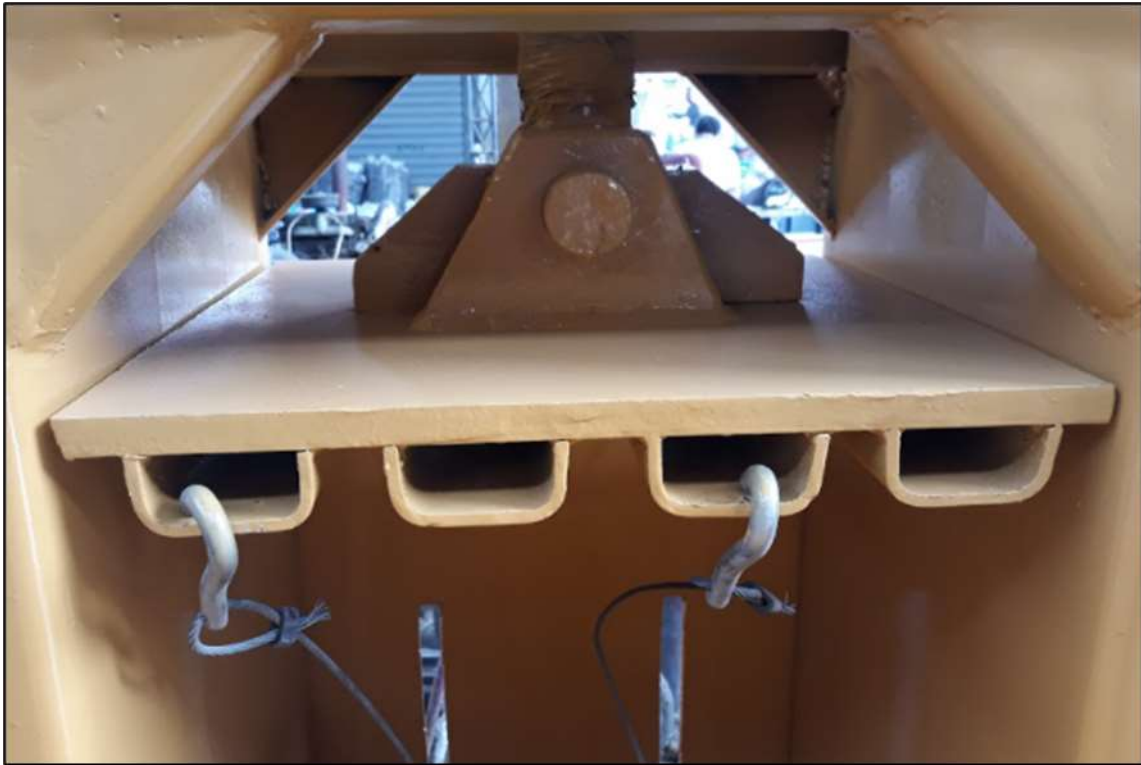


Figura 43. Placa móvil

Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

$$P = \frac{F}{A} \text{ (F18) (Zelaya, 2016)}$$

$$P = \frac{1272,34\text{kg f}}{2401\text{cm}^2}$$

$$P = \frac{0,5299\text{Kg f}}{\text{cm}^2}$$

Donde;

P= Presión ejercida placa $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

F= Fuerza Kg f

A= Área de la placa de compactación cm^2

Las dimensiones del nuevo cubo compactado van a ser $49\text{cm} * 49\text{cm} * 60\text{cm}$, determinando así algunas dimensiones geométricas de la máquina; como las de la placa de compactación, siendo esta de 2401cm^2 .



Figura 44. Área de compactación
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Cálculo área del émbolo.

Una vez obtenida la fuerza y presión del cilindro, se calcula el área del émbolo con respecto a la siguiente ecuación;

$$A = \frac{F}{P} \text{ (F19) (Zelaya, 2016)}$$

Donde;

Fa= Fuerza

P= Presión

A= Área del émbolo

$$A = \frac{1272,34 \text{ kg f}}{80 \frac{\text{Kg f}}{\text{cm}^2}}$$

$$A = 15,9 \text{ cm}^2$$

Encontrada el área, se halla el diámetro de acuerdo a la siguiente ecuación;

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \text{ (F20) (Zelaya, 2016)}$$

Donde;

D= Diámetro del émbolo

A= Área del émbolo

$$D = \sqrt{\frac{4*A}{\pi}} \text{ (F21) (Zelaya, 2016)}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 15,9 \text{ cm}^2}{\pi}}$$

$$D = 4,50 \text{ cm}$$

Como no existe comercialmente el diámetro 4,50 cm se eligió el diámetro 5,71 cm (2 ¼ pulg) que si se encuentra en el mercado.

Cálculo del vástago.

El vástago es el elemento del cilindro encargado de transmitir la fuerza hidráulica a la placa de compactación, mientras esta ejerce presión sobre la botella plástica.



Figura 45. Vástago del cilindro
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Longitud de carrera. Se calcula de acuerdo a la necesidad de diseño del equipo para obtener un bloque de 60 cm de altura, teniendo en cuenta que la altura máxima que alcanza la placa móvil, es en promedio el doble de la altura del cubo compactado; y la altura mínima que alcanza la placa móvil, corresponde a la mitad del mismo, se usa la siguiente formula;

$$Lc = Hmax - Hmin \text{ (F22) (Zelaya, 2016)}$$

Donde;

Lc= Longitud de carrera, es la distancia en la que se desplaza la placa móvil de una posición a otra

Hmáx = Altura máxima que alcanza la placa móvil

Hmin = Altura mínima que alcanza la placa móvil

De esta forma se obtiene que;

$$L_c = 140 \text{ cm} - 60 \text{ cm}$$

$$L_c = 80 \text{ cm}$$

Medidas normalizadas del cilindro

Descripción	Medidas
Carrera	80 cm
Diámetro del pistón	5.5 pul (13.97cm)
Diámetro vástago	2 ¼ pulg (5.71 cm)
Presión de trabajo máxima	10000 Psi
Puertos	1/2 " NPT

Tabla 11. Medidas del cilindro hidráulico
Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

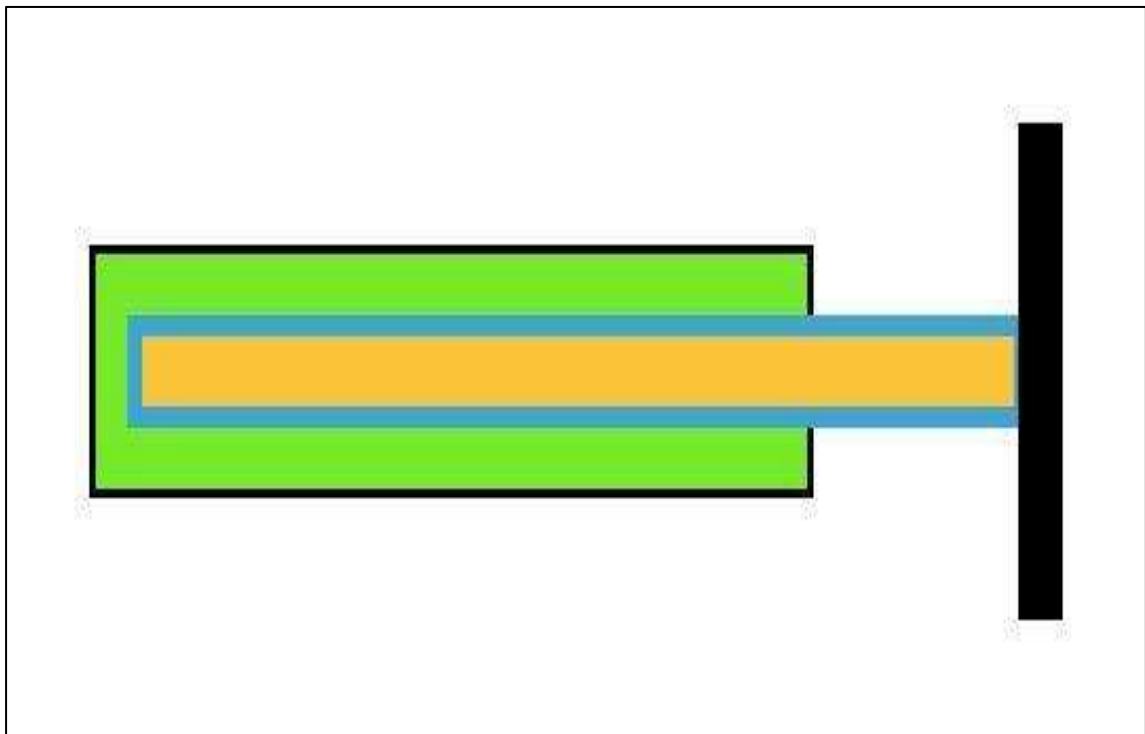


Figura 46. Diagrama del cilindro.
Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Cálculo volumen del cilindro.



Figura 47. Cilindro hidráulico.
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Cuando se obtienen las dimensiones del émbolo, el vástago ($D_1=9,5\text{cm}$ y $D_2=4,58\text{ cm}$ respectivamente) tomadas de la imagen y la longitud; se determina el volumen de aceite necesario para el avance y retroceso del cilindro. Por lo tanto, se aplican las siguientes ecuaciones;

$$V_a = AA \times LC \text{ (F23) (Zelaya, 2016)}$$

Donde;

V_a = Volumen de avance

AA = Área de avance

LC = Longitud de carrera

$$V_r = Ar \times LC \text{ (F24) (Zelaya, 2016)}$$

Donde;

V_r = Volumen de retroceso

Ar = Área de retroceso

LC = Longitud de carrera

$$Aa = \frac{\pi * D1^2}{4} \text{ (F25) (Zelaya, 2016)}$$

$$Aa = \frac{\pi * (9,5cm)^2}{4}$$

$$Aa = 70,88cm^2$$

$$Ar = \frac{\pi * D1^2 - D2^2}{4}$$

$$Ar = \frac{\pi * 9,5 cm^2 - 4,58 cm^2}{4}$$

$$Ar = 54,40 cm^2$$

De esta forma se obtiene que

$$VA = (70,88cm^2) (80cm) = 5670.4 cm^3$$

$$Vr = (54,40 cm^2)(80 cm) = 4352 cm^3$$

Es el tiempo que se tarda el vástago para desplazarse de una posición a otra es de 50 segundos, para el cálculo de la velocidad se la realiza con la siguiente formula;

$$v = \frac{lc}{t} \text{ (F26) (Zelaya, 2016)}$$

$$v = \frac{80 cm}{50 seg}$$

$$v = 1,6 \frac{cm}{seg}$$

Cálculo de caudal de aceite.

Para calcular el caudal es necesario determinar la velocidad a la que va a avanzar el émbolo, después de esto con el área superficial del cilindro se reemplaza en la siguiente ecuación;

$$Q = Aa * Va \text{ (F27) (Zelaya, 2016)}$$

Donde;

Q = Caudal de aceite

Va = Velocidad de avance del pistón

Aa = Área de avance

$$Q = (70,88\text{cm}^2) \left(1,6 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \right)$$

$$Q = 113,41 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}}$$

$$\begin{aligned} Q &= 113,41 \frac{\text{cm}^3}{\text{seg}} * \frac{0,001 \text{ l}}{1\text{cm}^3} = 0,11341 \frac{\text{l}}{\text{seg}} * \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} = 6,80 \frac{\text{l}}{\text{min}} * \frac{1 \text{ galon}}{3,78 \text{ l}} \\ &= 1,79 \frac{\text{galon}}{\text{min}} \end{aligned}$$

Selección de mangueras.

Para la selección de mangueras se utilizó la norma [INEN- ISO 6806](#) donde menciona que las mangueras que deben ser utilizadas en sistemas hidráulicos deben de constar de:

- a. Un forro interior de elastómero liso y una trenza metálica externa, resistente a la corrosión; o
- b. Un forro interior de elastómero liso, un refuerzo consistente en una o más capas de textil o en una trenza metálica resistente a la corrosión, y una cubierta exterior de elastómero.

Características de las mangueras seleccionadas para la maquina compactadora

- Modelo: HYDRAULIC HOSE SAE 100R2AT
- Diámetro: 3/8 (9,525 mm)
- Presión de trabajo máxima: 6450 Psi
- Tubo interior: caucho de nitrilo sintético resistente al aceite.
- Refuerzo: 4 capas de espiral de alambre de acero.
- Cubierta: caucho sintético resistente al aceite y a la intemperie.
- Aplicación: fluidos hidráulicos a base de petróleo y a base de agua.
- Superficie: superficie envuelta.
- Rango de temperatura: -40 °C (-104 °F) a + 100 °C (+212 °F).



Figura 48. Mangueras hidráulicas de 330 BAR/4800 PSI

Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Para nuestro ejercicio se selecciona el diámetro interno de la tubería, identificando el caudal del sistema y la velocidad del flujo siendo este; el caudal máximo obtenido

anteriormente (6, 80 L/min), el caudal requerido para el funcionamiento y a presión de $80 \frac{kg}{cm^2}$, ubicando en las escalas la respectiva, presión y el caudal.

La velocidad se obtiene con la tabla 12, que relaciona la presión de operación que es de $80 \frac{kg}{cm^2}$ equivalentes a 78,45 Bar, relacionándolo en el cuadro da una velocidad de 4,5 m/s.

Presión vs velocidad en tubería

Presión en kg/cm^2	0 a 10	10 a 25	25 a 50	50 a 100	100 a 150	150 a 200	>200
Velocidad en m/s	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6

Tabla 12. Tabla de presión y velocidad.

Fuente: Rodriguez y Zuluaga, 2018.

Selección del aceite.

La correcta lubricación de un equipo permite el aumento de su vida útil, la garantía en la disponibilidad del equipo y la reducción de los costos de lubricación y mantenimiento. Por lo tanto, se deben tener en cuenta los parámetros de diseño como cargas, velocidades, temperatura y medio ambiente en el que trabaja el equipo para seleccionar adecuadamente el aceite para un equipo industrial.

Para seleccionar el aceite 23 se debe tener en cuenta que se debe utilizar un aceite de especificación ISO, indicar la temperatura de operación a la que debe trabajar el aceite en el equipo y la temperatura para la cual se recomienda utilizar.

Con el fin de evitar problemas de desgaste erosivo o adhesivo en los mecanismos lubricados. Este sistema de compactación es un equipo industrial estacionario, por lo cual requiere un aceite sin detergente con un contenido de aditivo anti-desgaste menor respecto a un equipo móvil y un aditivo de demulsificación para separar el agua del aceite y permitir el asentado en el tanque. Estos aceites son especificados por la viscosidad ISO. Generalmente los sistemas operan entre 50 y 60 °C, para este caso el sistema de compactación diseñado opera a una temperatura que oscila entre 40 y 60 °C; es importante no superar los 80 °C para evitar el daño de los retenes y la oxidación del aceite. Por lo tanto, se selecciona el aceite ISO 6824, ya que trabaja entre 53 y 76°C con un punto ideal de 63°C. Por todo lo anterior, se selecciona el aceite hidráulico ISO 68 (ver cuadro 12).

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS		
PRUEBAS	MÉTODO ASTM	RESULTADOS
Grado ISO	D-2422	68
Color ASTM	D-1500	3.5
Temperatura de inflamación, °C	D-92	230
Temperatura de escurrimiento, °C	D-97	-6
Densidad @ 20 °C, g/ml	D-1250	0.8850
Viscosidad cinemática @ 40 °C, cSt.	D-445	68.00
Índice de viscosidad	D-2270	95
Desmulsibilidad @ 54 °C, ml, aceite-agua-emulsión (30 minutos)	D-1401	39-38-3 (30')
Espumación secuencia II, ml	D-892	75/0

Tabla 13. Propiedades aceite ISO 68
Fuente: Rodriguez y Zuluaga, 2018.

Selección del motor y bomba.

Selección del motor

- Marca: single phase motor
- Modelo: YC90L4
- Tipo de motor: MONOFASICO
- Potencia: 3 KW
- Frecuencia: 60 Hz
- Velocidad de rotación: 1700 RPM
- Corriente de operación: 15 A.

Selección de la bomba

- Volumen geométrico 2 cc/rev
- Presión de trabajo 180 bares (2610,8 psi)
- Flujo 6.6 l/min



Figura 49. Placa de la bomba de engranaje hidráulica.
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo



Figura 50. Bomba de engranaje hidráulica.
Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Para la selección de la bomba hidráulica se tomó como referencia lo establecido en la norma [NTE INEN 2 717:2010](#) ,así mismo en base a las necesidades del funcionamiento cilindro hidráulico para su buen desempeño al momento de compactar dadas las características de la bomba:

- Montaje de 2 pernos – eje chaveta $\frac{3}{4}$
- Caudal de 5.70 GMP a 1800 RPM
- Presión de 3000 PSI

A partir de los datos de caudal y presión del sistema, es posible hallar la potencia necesaria que el motor va a suministrar a la bomba para accionar el sistema hidráulico. Adicionalmente se debe conocer la eficiencia de la bomba, para obtener este valor se usa la siguiente ecuación;

$$Hp = \frac{Q * Pb}{1714 * \rho} \text{ (F28) (Zelaya, 2016)}$$

Donde;

Hp =Potencia (no se usan unidades por que 1.714 es un factor de conversión)

Q = Caudal de la bomba en Gpm

Pb = Presión de la bomba

ρ = Eficiencia de la bomba

$$Hp = \frac{Q * Pb}{1714 * \rho}$$

$$Hp = \frac{(1,79 \frac{\text{galon}}{\text{min}})(1137.87 \text{ psi})}{(1714)(0,80)}$$

$$Hp = 1,485$$

Selección del tanque o central hidráulica modular.

Es el cálculo del aceite mínimo necesario para la operación del equipo; este ocupará el 75% del volumen contenido en del tanque. Se sabe que para desplazar el émbolo 3 cm deben inyectarse 6,80 litros /minuto al cilindro y que el desplazamiento total es de 80 cm, de esto se deduce la cantidad de aceite necesaria para llenar por completo la botella con una regla de tres:

$$Qt = 3 * Q \text{ (F29)}$$

$$Qt = 3 * 6,80 \frac{l}{min}$$

$$Qt = 20,4 \frac{l}{min}$$

3.4. Conclusiones y Recomendaciones

3.4.1. Conclusiones

- Con la realización del trabajo de grado mejora la problemática que existe en la acumulación de material reciclado, como parte de la solución se realizó el diseño y construcción de una máquina compactadora de botellas plásticas para predios de la Universidad Técnica de Manabí.
- La reducción del plástico a través de la compactación resulta efectiva en cuanto a reducción de volumen de los residuos, además de generar ingresos extras al momento de vender las pacas de botellas en caso que la institución emplee un área de reciclaje.
- El proyecto permitirá generar un gran impacto en la comunidad universitaria, sobre todo en las condiciones de operación y del proceso de manejo de residuos sólidos, evidenciando un proceso más limpio, ordenado, seguro y mitigando muchos agentes adversos que existían antes de la implementación del equipo de compactación.
- Luego de realizar prácticas con la maquina compactadora se obtuvo una presión de 900 psi al compactar 400 botellas plásticas, lo que confirma el perfecto funcionamiento de la máquina, logrando así los objetivos planteados.

3.4.2. Recomendaciones

- Mantener en operación la compactadora hidráulica con el fin de reducir el material reciclado en la institución.
- Al momento de operar la máquina el operador debe hacerlo siguiendo las estrictas normas de seguridad, usando guantes y gafas con el fin de evitar accidentes laborales.
- Es recomendable que el operador este siempre presente mientras la maquina esté en funcionamiento.
- Es esencial que las botellas ingresen al área de compactación sin tapa para obtener un mejor resultado al momento de compactarlas.
- Se recomienda el uso del aceite ISO 68 ya que es especialmente desarrollado para ofrecer una protección adecuada contra el desgaste de los componentes hidráulicos del sistema, o sea que debe contener en su confirmación química aditivos que se confieren propiedades.
- Situar la máquina en un ambiente limpio libre de polvo, lluvia y vibraciones, para evitar cualquier falla de funcionamiento de la misma, y en especial el gato hidráulico.

CAPÍTULO IV

4.1. Cronograma del proyecto de titulación

		CRONOGRAMA																																																							
#	MES	MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				MAR				ABR			
	SEMANAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
	ACTIVIDADES	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	Elaboración del anteproyecto																																																								
2	Corrección y mejoramiento del anteproyecto																																																								
3	Inicio de la pandemia COVID-19																																																								
4	Presentación del anteproyecto ante la comisión especial de titulación																																																								
5	Realización del diseño de la maquina compactadora																																																								
6	Elaboración de las técnicas de investigación y levantamiento bibliográficos																																																								

4.2. Presupuesto de costo del proyecto de titulacion

FECHA	DESCRIPCION	TIPO	NUMERO DE FACTURA	NOMBRE COMERCIAL	RUC PROVEEDOR	BECARIO	CEDULA	VALOR
18/1/2021	1 CANAL U 150X50X6.0, 2 CANALES U80X40X4.0, 1 EJE DE TRANSMISION 1 1/4*(32MM), 1 PLACA CALIENTE 6MM (1/4)(4x8)	FACTURA	002-012-000144459	METAL HIERRO S.A	1391757824001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$402.14
18/1/2021	20 SOLDADURA MAXWELD 6011 1/8	FACTURA	002-014-00011752	OXIGASMANTA S.A	1391821182001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$56.12
18/1/2021	SERVICIO DE DOBLEZ	FACTURA	001-011-000018989	SERMET SERVICIOS METALURGICOS	1391814399001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$12
20/1/2021	4 CANAL U 80X40X6.0MM, 1 DISCO DE CORTE NORTON 14X7/64X1, 5 DISCO DE CORTE NORTON 7X1/16X7/8, 5 DISCO FLAP 4 1/2 # 80 DE LIJA, 41.60 KL DE PLANCHA CALIENTE 20MM (4x8)(o.5m*0.53m*1)	FACTURA	002-011-000134343	METAL HIERRO S.A	1391757824001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$287.8
20/1/2021	2 DISCP ZIRCONIO ELEPHANT 7x7/8 g80	FACTURA	001-003-000117975	METAL HIERRO S.A	1391757824001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$16.8
3/2/2021	5 DISCOS DESB	FACTURA	001-002-000008349	FERRITODO	1313306803001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$15
19/3/2021	1 BREAKER 2X30 CAJA MOLDE	FACTURA	001-010-00000182	FERRETERIA EDZACE	130386548001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$60
23/3/2021	2 MANGUERAS HIDRAULICAS 3/8 CON ACOPLER Y ADAPTADORES	FACTURA	001-001-000025078	LA CASA DE LAS MANGUERAS	1308638830001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$55.02
26/3/2021	4 PIEZA FRESA	FACTURA	001-001-000001290	FERRETERIA ZAMBRANO CUVI	1309410148001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$10
29/3/2021	5 ADAPTADORES 3/8	FACTURA	001-001-000025127	LA CASA DE LAS MANGUERAS	1308638830001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$12
29/3/2021	3 CEPILLO AL.COPA 4" 5/8 CENTURY RIZAD	FACTURA	004-00-0096876	DIVERZU GRUPO ZURITA	1391700822001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$9.30
31/3/2021	1 BOTELLA DE OXIGENO, 4 FUNDAS DE SOLDADURAS 70-80, 1 PASADOR DE 2X30 CM, 2 CORTES DE PLANCHAS DE 25x20x25, 2 CORTES DE PLANCHAS DE 25x19x30, 2 CABLES DE ACERO	FACTURA	001-001-000002460	TORNO MANZANO 1	1305751651001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$335
5/4/2021	3 GL DE ACEITE HIDRAULICO GOLDEN	FACTURA	001-001-0000002317	MULTICERVICIOS LA ECONOMICA	1307139459001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$76
8/4/2021	5 GL DE ACEITE HIDRAULICO GOLDEN	FACTURA	001-001-000002320	MULTICERVICIOS LA ECONOMICA	1307139459001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$57
17/4/2021	1 WAIPE	FACTURA	003-001-0000363	SU FERRETERIA II	1310999923001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$3
22/4/2021	6 GL HIDRAULICOS ISO 68	FACTURA	001-001-000027938	LAVADORA Y LUBRICADORA "LEALCRIS"	1306075696001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$95
26/4/2021	ENSABLANDO DE PASADOREES Y BOCINES. GUIAS Y PASADORES EN FRESADORA. ENSABLAR PLANCHAS, ACOPLER DE RIELES Y ADAPTACION DEL CILINDRO HIDRAULICO. ADAPTACION DEL SISTEMA HIDRAULICO, ADAPTAR MANOMETRO, BREAKER Y PASADOR PARA EL SISTEMA HIDRAULICO. TRABAJO DE PINTURA, FONDO Y PINTURA FIJA	FACTURA	001-001-000002467	TORNO MANZANO 1	1305751651001	MOREIRA PINARGOTE KERLY GISSELLE	1315048908	\$2500.00
SUBTOTAL 1								\$ 4002.18

FECHA	DESCRIPCION	TIPO	NUMERO DE FACTURA	NOMBRE COMERCIAL	RUC PROVEEDOR	BECARIO	CEDULA	VALOR
9/3/2021	2 GAFAS, 2 PARES DE GUANTES	FACTURA	003-001-0000284	SU FERRETERIA II	1310999923001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$3.60
23/2/2021	1 ACERO PERFORADO 50x30x60	FACTURA	001-001-000026467	FERRETERIA MONTEDEOCA	1301723993001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$45.80
26/2/2021	1 FABRICACION DE CILINDRO HIDRAULICO 4 1/2x1M CON BASE Y PINES	FACTURA	001-001-000001629	DELGADO CRUZATTY CARLOS ALBERTO - SERVICIO DE TORNERIA, MECANICA INDUSTRIAL Y SOLDADURA	1309701876001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$2300
9/2/2021	1 POWER PACK DOBLE EFECTO 220V, BOTONERA CON CABLE DE 3M, MOTOR DE 3KW, BOMBA DE 4BUREV, PRES	FACTURA	001-051-000005782	HIDRO NEUMATIC	190387577001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$889.63
3/2/2021	1 PRIMER EPOXICO GRIS GL. UNIDAS KIT (FONDO), MEDIO REDUCTOR EPOXICO GL (DILUYENTE), 4 DILUYENTE LACA LITRO GRANEL, 1 DULUYENTE PU LATINA LITRO, PINTURA CONDORTHANE LT (GRANEL), MASILLA PLASTICA UNIPLAST GALON	FACTURA	001-012-00017119	COLOR EXPRESS	917672800001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$139.50
6/4/2021	1 MANGUERA 1/4 ACOPLADA	FACTURA	001-001-000025166	LA CASA DE LAS MANGUERAS	1308638830001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$10
6/4/2021	1 MANGUERA 5/8 CON ACOPLÉS	FACTURA	001-001-000025165	LA CASA DE LAS MANGUERAS	1308638830001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$45
7/4/2021	1 VARILLA DE 50CM INOXIDABLE	FACTURA	001-001-000026974	FERRETERIA MONTEDEOCA	1301723993001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$3.60
7/4/2021	1 UNION 12 FP 12 FP, 1 UNION 4 FP 4 FP, TSNON 1/4 NPT	FACTURA	001-001-000025169	LA CASA DE LAS MANGUERAS	1308638830001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$7
7/4/2021	DESENGRASANTE UNIVERSAL, 4 LIJA SECO #320 FANDEL, 4 LIJA SECO #150 FANDEL, 4 LIJA SECO #80 FANDEL	FACTURA	002-015-000009978	COLOR EXPRESS	917672800001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$20.80
15/4/2021	1 MANOMETRO 6000 PSI, 5 CODOS 8BSP 8MJ, 8 ADAPTADORES 4BSP, 10 ADAPTADORES 6BSP 4MJ, 4 TAPONES 12 MBSP, 8 ADAPTADORES 12 BSP 12MJ, 2 GALONES ACEITE HIDRAULICO	FACTURA	001-001-000025221	LA CASA DE LAS MANGUERAS	1308638830001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$231.71
15/4/2021	8 PERNOS	FACTURA	001-001-000064494	FERRETERIA EL PIPE	1305208595001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$1.60
16/4/2021	1 PINTURA AUTOMOTRIZ LT PREPAEADA CONDORTHANE, 5 CONOS COLADORES(FILTRO) CERNIDERA UNIDAD	FACTURA	002-015-000010097	COLOR EXPRESS	917672800001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$25
16/4/2021	DILUYENTE LACA LITRO GRANEL, TOALLAS AMARILLAS MICROFIBRAS	FACTURA	001-012-000018431	COLOR EXPRESS	917672800001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$7
17/4/2021	1 PISTOLA F-25 SPRAY GUN, DILUYENTE PU TANQUE GRA	FACTURA	001-012-000018444	COLOR EXPRESS	917672800001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$12
22/4/2021	1 PAQUETE PERNOS 3/8, PLASTICO PARA EMBALAR	FACTURA	001-001-000027175	FERRETERIA MONTEDEOCA	1308638830001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$27.15
22/4/2021	2KG DE ALAMBRE, 1 SPRAY NEGRO, 1 SPRAY PLATA, 1 EMBUDO	FACTURA	001-001-000041363	ENTRE METALES	1310859754001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$11.02
22/4/2021	1 ENCHUFE 220, 1 LLAVE, 1 VOTONERA DE APAGADO Y ENCENDIDO, 3 METROS DE CABLE REFORZADO, 1 METRO DE CABLE ENROSCADO, 1 CABLE CONDUCTOR.	FACTURA	001-001-000018907	FERRETERIA SILVIA N°2	1307218873001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$21.25
23/4/2021	1 CODO ACERO 1/9, 2 NEPLO, 5 PERNOS 3/16x1	FACTURA	001-001-000027200	FERRETERIA MONTEDEOCA	1308638830001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$9.05
27/4/2021	ADAPTACION DE PLANCHA A GATO HIDRAULICO	FACTURA	001-001-000013858	TORNERIA MOREIRA	1306471945001	MORRILLO SOLORZANO HERNY JOSE	1315919322	\$200
SUBTOTAL 1								\$4002.18
SUBTOTAL 2								\$4010.71
TOTAL								\$8012.89

4.3. Cronograma valorado del proyecto de titulacion

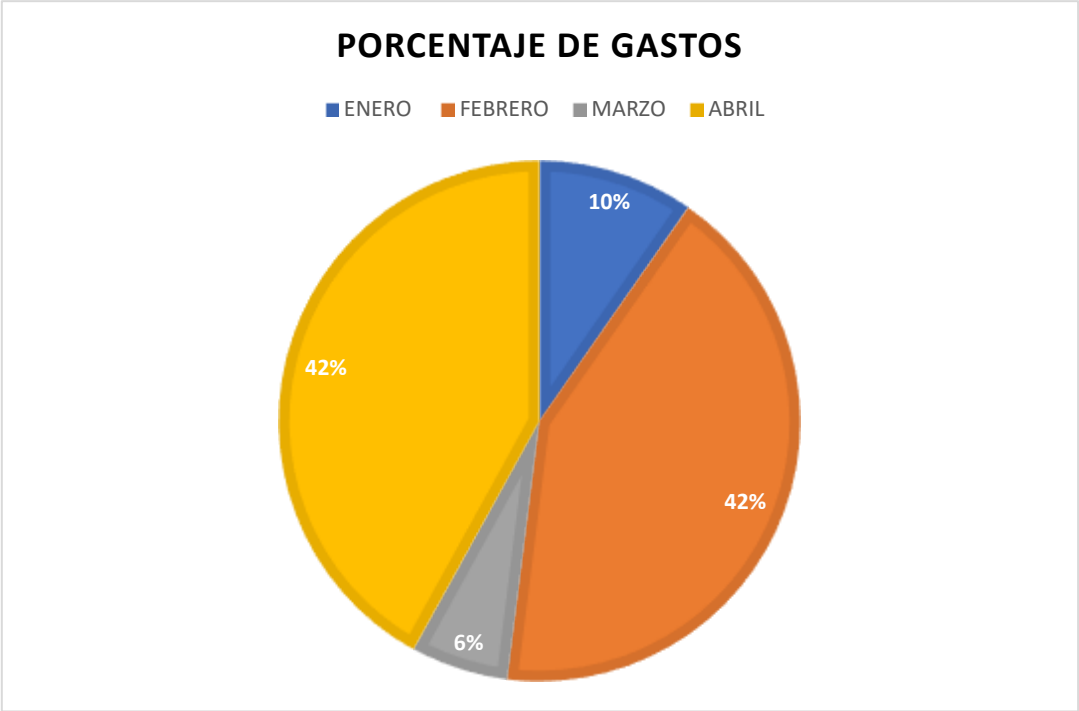
CRONOGRAMA VALORADO														
DESCRIPCION	FACTURA	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			
		CANTIDAD	TOTAL	%	CANTIDAD	TOTAL	%	CANTIDAD	TOTAL	%	CANTIDAD	TOTAL	%	
1 CANAL U 150X50X6.0, 2 CANALES U80X40X4.0, 1 EJE DE TRANSMISION 1 1/4*(32MM), 1 PLACA CALIENTE 6MM (1/4)(4x8)	002-012-000144459	402.14	774.86	9.69										
20 SOLDADURA MAXWELD 6011 1/8	002-014-00011752	56.12												
SERVICIO DE DOBLEZ	001-011-000018989	12												
4 CANAL U 80X40X6.0MM, 1 DISCO DE CORTE NORTON 14X7/64X1, 5 DISCO DE CORTE NORTON 7X1/16X7/8, 5 DISCO FLAP 4 1/2 # 80 DE LIJA, 41.60 KL DE PLANCHA CALIENTE 20MM (4x8)(0.5m*0.53m*1)	002-011-000134343	287.8												
2 DISCP ZIRCONIO ELEPHANT 7x7/8 g80	001-003-000117975	16.8												
5 DISCOS DESB	001-002-000008349				15									
1 ACERO PERFORADO 50x30x60	001-001-000026467				45.8									
1 FABRICACION DE CILINDRO HIDRAULICO 4 1/2x1M CON BASE Y PINES	001-001-000001629				2300									
1 POWER PACK DOBLE EFECTO 220V, BOTONERA CON CABLE DE 3M, MOTOR DE 3KW, BOMBA DE 4BUREV, PRES	001-051-000005782				889.63	3389.93	42.37							
1 PRIMER EPOXICO GRIS GL. UNIDAS KIT (FONDO), MEDIO REDUCTOR EPOXICO GL (DILUYENTE), 4 DILUYENTE LACA LITRO GRANEL, 1 DULUYENTE PU LATINA LITRO, PINTURA CONDORTHANE LT (GRANEL), MASILLA PLASTICA UNIPLAST GALON	001-012-00017119				139.5									

Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

2 GAFAS, 2 PARES DE GUANTES	003-001-0000284								3.6											
1 BREAKER 2X30 CAJA MOLDE	001-010-00000182								60											
2 MANGUERAS HIDRAULICAS 3/8 CON ACOPLEROS Y ADAPTADORES	001-001-000025078								55.02											
4 PIEZA FRESA	001-001-000001290								10											
5 ADAPTADORES 3/8	001-001-000025127								12											
3 CEPILLO AL.COPA 4" 5/8 CENTURY RIZAD	004-00-0096876								9.3	484.92	6.06									
1 BOTELLA DE OXIGENO, 4 FUNDAS DE SOLDADURAS 70-80, 1 PASADOR DE 2X30 CM, 2 CORTES DE PLANCHAS DE 25x20x25, 2 CORTES DE PLANCHAS DE 25x19x30, 2 CABLES DE ACERO	001-001-000002460								335											
1 MANGUERA 1/4 ACOPLADA	001-001-000025166																			10
1 MANGUERA 5/8 CON ACOPLEROS	001-001-000025165																			45
1 VARILLA DE 50CM INOXIDABLE	001-001-000026974																			3.6
1 UNION 12 FP 12 FP, 1 UNION 4 FP 4 FP, TSNON 1/4 NPT	001-001-000025169																			7
DESENGRASANTE UNIVERSAL, 4 LIJA SECO #320 FANDEL, 4 LIJA SECO #150 FANDEL, 4 LIJA SECO #80 FANDEL	002-015-000009978																			20.8
1 MANOMETRO 6000 PSI, 5 CODOS 8BSP 8MJ, 8 ADAPTADORES 4BSP, 10 ADAPTADORES 6BSP 4MJ, 4 TAPONES 12 MBSP, 8 ADAPTADORES 12 BSP 12MJ, 2 GALONES ACEITE HIDRAULICO	001-001-000025221																			231.71
8 PERNOS	001-001-000064494																			1.6
1 PINTURA AUTOMOTRIZ LT PREPAEADA CONDORTHANE, 5 CONOS COLADORES(FILTRO) CERNIDERA UNIDAD DILUYENTE LACA LITRO GRANEL, TOALLAS AMARILLAS MICROFIBRAS	002-015-000010097																			25
001-012-000018431																				7
1 PISTOLA F-25 SPRAY GUN, DILUYENTE PU TANQUE GRA	001-012-000018444																			12
1 PAQUETE PERNOS 3/8, PLASTICO PARA EMBALAR	001-001-000027175																			27.15
2KG DE ALAMBRE, 1 SPRAY NEGRO, 1 SPRAY PLATA, 1 EMBUDO	001-001-000041363																			11.02
1 ENCHUFE 220, 1 LLAVE, 1 VOTONERA DE APAGADO Y ENCENDIDO, 3 METROS DE CABLE REFORZADO, 1 METRO DE CABLE ENROSCADO, 1 CABLE CONDUCTOR.	001-001-000018907																			21.25
1 CODO ACERO 1/9, 2 NEPLO, 5 PERNOS 3/16X1	001-001-000027200																			9.05
ADAPTACION DE PLANCHA A GATO HIDRAULICO	001-001-000013858																			200
3 GL DE ACEITE HIDRAULICO GOLDEN	001-001-000002317																			76
5 GL DE ACEITE HIDRAULICO GOLDEN	001-001-000002320																			57
1 WAIPE	003-001-0000363																			3
6 GL HIDRAULICOS ISO 68	001-001-000027938																			95
ENSABLADO DE PASADOREES Y BOCINES. GUIAS Y PASADORES EN FRESADORA. ENSABLAR PLANCHAS, ACOPLEROS DE RIELES Y ADAPTACION DEL CILINDRO HIDRAULICO. ADAPTACION DEL SISTEMA HIDRAULICO, ADAPTAR MANOMETRO, BREAKER Y PASADOR PARA EL SISTEMA HIDRAULICO. TRABAJO DE PINTURA, FONDO Y PINTURA FIJA	001-001-000002467																			2500
TOTAL																			8012.89	
TOTAL EN PORCENTAJE																			100%	

Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Gráfico 7. Porcentajes de gastos del proyecto



Fuente: Cronograma valorado del proyecto de titulación.

Elaborado por: Kerly Moreira – Henry Morrillo.

4.4. Bibliografías



1. Agustín Espinoza. (s, f). Los Plásticos. Recuperado de <https://n9.cl/ub01>
2. American National Standards Institute. Recuperado de <https://www.ansi.org/>
3. American Iron Steel Construction. Recuperado de <https://n9.cl/e1x9>
4. American Society for Testing and Materials. Recuperado de <https://n9.cl/b92g>
5. Automatización industrial. Recuperado de <https://n9.cl/2cp3>
6. CAIRPLAS. (2018). El reciclado y sus beneficios. Recuperado de <https://n9.cl/lysnh>
7. Caiza, K. and Lema, F., 2012. Diseño Y Construcción De Una Compactadora, Mediante Un Sistema Oleohidráulico Para Compactar Plástico Y Papel, En La Planta De Reciclaje De La Universidad Técnica De Cotopaxi, En El Centro Experimental Y De Producción Salache “CEYPSA”. Latacunga Año 2012”.. Ingeniero Electromecánico. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.
8. Calderón, C. Sílabo de Oleohidráulica y neumática. [En línea] 2018
9. Diario EL COMERCIO. (2015, 18 de mayo). ¿Qué récords Guinness ha conseguido el Ecuador? Recuperado de <https://n9.cl/756t>
10. Diario EL TELEGRAFO. (2013, 19 de abril). Más de \$ 8 millones devolvió el SRI por reciclaje de botellas plásticas durante el 2012. Recuperado de <https://n9.cl/bg4ed>
11. Diario EL TELEGRAFO. (2018, 21 de marzo). La región recicla menos del 3% de sus 500 mil toneladas diarias de basura. Recuperado de <https://n9.cl/f68k>
12. Diener Precision Pumps. (s,f). Bombas de desplazamiento positivo. Recuperado de <https://n9.cl/pqn71>
13. E-Ducativa. (s, f). Ecuación de continuidad. Recuperado de <https://n9.cl/fpt1>
14. EL COMERCIO. (2013). La recolección de papel, plástico y cartón mueve USD 7,5 millones. Recuperado de <https://n9.cl/j1lmi>
15. Energía.VM. (2018, 26 de diciembre). ¿Qué son los materiales reciclables? Recuperado de <https://n9.cl/a7db>
16. Estadísticas del reciclaje en el ecuador. Recuperado de: <http://www.inec.gov.ec>
17. Felices, A. R. (2007). Hidráulica de tuberías y canales. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Perú.
18. Flores, C. Oleodinámica: potencia hidráulica, motor de la industria. Parte 2. 2010.
19. Galmés-Font, A. (2014). Propuesta de educación ambiental para segundo ciclo de Educación primaria: las 4R (Bachelor's thesis). Recuperado de <https://n9.cl/w6e6>
20. Hueso González, A., & Cascant i Sempere, M. (2012). Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. Recuperado de <https://n9.cl/an4v4>





21. Iberia, H. (28 de junio del 2019). Tanques de almacenamiento: tipos, materiales y usos. Haleco. Recuperado de <https://n9.cl/gxllh>
22. Indura 1018-RH. (s, f). Clasificación AWS: E-7018/E-4918. Recuperado de <https://n9.cl/sk5k15>
23. Soldadura INDURA. (s, f). electrodos para aceros al carbono. Recuperado de <https://n9.cl/reff>
24. Instituto Ecuatoriano de Normalización (2014). Mangueras de elastómeros y sus conjuntos con accesorios de unión para uso en quemadores de combustible (ISO 6806:1992, IDT). Recuperado de <https://n9.cl/vwkom>
25. Instituto Ecuatoriano de Normalización (2014). Tolerancia para planchas y planchones de acero al carbono laminadas en caliente y/o en frio (INEN 115). Recuperado de <https://n9.cl/wgkh6>
26. Instituto Ecuatoriano de Normalización (2010). Uso eficiente de energía en bombas centrifugas de agua potable de uso residencial (INEN 2 517:2010). Recuperado de <https://n9.cl/ntdbi>
27. Laica, A, Rolando, M y Ruiz Sarzosa, C. (2013) Diseño e implementación de un módulo didáctico de control hidráulico para prácticas de Laboratorio de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
28. Lema, C. and Montoya, L., 2018. Diseño, construcción e implementación de un sistema hidráulico para mantener la presión constante en una máquina de ensayos de termofluencia”. Ingeniero Mecánico. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
29. Libro Motores Eléctricos. Unidad 11. Recuperado de <https://n9.cl/fufoa>
30. López Cascante, C. E., & Bajaña Haro, J. A. (2016). Diseño y construcción de un compactador de latas y envases de PET.
31. López Fuentes, A. V., & Viteri Morales, G. A. (2018). Aplicación de fusibles e interruptores termo-magnéticos (Bachelor's thesis, Espol).
32. López Martínez, A. E., & Zambrano Barriga, D. S. (2014). Diseño y construcción de una máquina de pruebas para el control de tiempo, temperatura y humedad en la experimentación del proceso de deshidratación para la carrera de ingeniería agroindustrial de la universidad técnica de Cotopaxi.
33. MARCKS. “Manual del Ingeniero Mecánico”. Editorial Mc Graw Hill. 9na edición. 1.999. México.
34. Medina, C. A. S. (2015). Sistemas Oleohidráulicos. Ciencia Unemi, 4(5), 62-69. Recuperado de <https://n9.cl/u6aiv>
35. Motorex. (31 de agosto del 2020). Diferencias entre motores eléctricos de Corriente Continua y Corriente Alterna. Recuperado de <https://n9.cl/32k7q>
36. Nobel, A., 2020. Guía para rellenos sanitarios. <https://n9.cl/0e187>
37. OTAZO, María. “Diseño de prensas hidráulicas de montaje y la construcción de un prototipo”. T 1.992.
38. Pascual, A. (2016, mayo). Stop basura. La verdad sobre reciclar. Recuperado de <https://n9.cl/genh>







39. Paredes, C., & Tapia, E. 2012. Elaboración de un programa educativo para promover el reciclaje de la basura en la escuela elvira ortega del cantón Latacunga durante el año lectivo 2010-2011. Pag 54. (Tesis de licenciatura). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
40. Parker, L. (5 de noviembre del 2020). La botella de plástico: de recipiente practico a residuo odiado. National Geographic. Recuperado de <https://n9.cl/yyx18>
41. Permaglide. (s. f.). Válvula de cierre. Permaglide.com. Recuperado de <https://n9.cl/gitk6>
42. PlasticsEurope. ¿Qué es el plástico? Recuperado de <https://n9.cl/7sqa>
43. Raffino, M. (4 de enero del 2021). Propiedades de os fluidos. Concepto.de. Recuperado de <https://n9.cl/jgwa>
44. Ramírez Cardoso, M. J. (2017). Los tributos heterodoxos y su aplicación en la Comunidad Andina. Recuperado de <https://n9.cl/v1i0z>
45. Rodríguez Velandia, C. E., & Zuluaga Garzón, J. K. (2018). Diseño de un sistema de compactación de papel y cartón para la empresa Mac Anillados y Acabados Impresos SAS (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).
46. Rosales, J. (6 de mayo del 2020). Motores eléctricos para la industria. USMP. Recuperado de <https://n9.cl/bx3mz>
47. Royo, E. Oleohidráulica Conceptos Básicos. España: PARANINFO.
48. Ruiz, M. C. (2009). Mecánica de Estructuras Libro I Resistencia de Materiales (Vol. 111). Univ. Politèc. de Catalunya
49. Sánchez Vargas, J. O. (2015). Estudio de factibilidad para la aplicación de una máquina trituradora de plástico en la empresa MG gestores ambientales
50. Solorzano, R. (12 de febrero del 2017). La Hidráulica Repotencia sopladora de plástico. Hydraulics & Pneumatics. Recuperado de <https://n9.cl/r15f>
51. Tecnología de los plasticos. (27 de diciembre del 2012). Recuperado de <https://n9.cl/pi8e>
52. UTM ejecuta proyecto de reciclaje de residuos sólidos. Recuperado de: <https://bit.ly/32vcJ42>
53. Vicedo Marti. (s, f). Características y propiedades del plástico. Recuperado de <https://n9.cl/cssw9>
54. Yanes, J. (2015, 22 de abril). 5 alternativas para un planeta sin plástico. Recuperado de <https://n9.cl/deyk>
55. Zelaya, C. S. (2016). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE OLEOHIDRÁULICA. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. Recuperado de <https://n9.cl/i9gb4>






Anexos







Anexo 1. Tabla de resistencia de distintas clases de botellas plásticas





BOTELLAS PLASTICAS PET								
CANTIDAD	RESISTENCIA. Fs Ps($\frac{kg}{cm^2}$)							ILUSTRACIÓN
	NOMBRE	ENVASE	PESO	VERTICAL	TAPA	HORIZONTAL	FONDO	
3	Talco MICOZ	90 g	30g	2	3	2	2	
			29 gr	2	3	2	2	
			29 gr	2	3	2	2	
3	Desodorante DOVE	50 ml	33 gr	2	6	1	1	
			37 gr	2	6	1	1	
			33 gr	2	6	1	1	





1	Desodorante OBAO	65 gr	29 gr	2	7	2	2	 
3	Yogurt Tony	120 gr	23 gr	2	3	1	2	 
			24 gr	2	3	1	2	
			24 gr	2	3	1	2	
4	FRUTARIS	355 ml	19 gr	2	6	1	2	
			19 gr	2	6	1	2	
			20 gr	2	6	1	2	


			19 gr	2	6	1	2	 
4	SHAMPOO SEDAL	340 ml	36 gr	1	4	1	2	 
			37 gr	1	4	1	2	
			35 gr	1	4	1	2	
			35 gr	1	4	1	2	
2	COCA COLA	300 ml	21 gr	1	4	1	1	 
				1	4	1	1	

2	AGUA GAR	500 ml	17 gr	1	4	1	1	
2	AGUA GUITIG	500 ml	22 gr	2	4	1	2	 
			22 gr	2	4	1	2	
2	Desodorante QHM	50 gr	26 gr	1	6	1	2	 
				1	6	1	2	

2	Desodorante EFFECTIVE	50gr	23 gr	1	6	1	2	 
				1	6	1	2	
2	Jugo del Valle	300 ml	15 gr	1	4	1	1	 
				1	4	1	1	
3	Desodorante AVON	50 ml	29 gr	1	4	2	3	 
				1	4	2	3	
				1	4	2	3	

2	GATORADE	500 ml	28 gr	2	3	1	2	 
				2	3	1	2	
2	PONI MALTA	330cm ³	29 gr	2	4	1	2	 
				2	4	1	2	
2	OLIMPIA	900 ml	49 gr	1	4	1	1	

				1	4	1	1	 
1	ALCOHOL	250 ml	236 gr	2	4	1	4	 

1	PEDIALITE	500 ml	28 gr	2	4	1	4	
---	-----------	--------	-------	---	---	---	---	---

Fuente: Kerly Moreira – Henry Morrillo

Anexo 2. Proceso de construcción de la maquina compactadora



PROCESO DE FONDEO DE LA MAQUINA



ENSAMBLE DE LA MAQUINA COMPACTADORA



ESTRUCTURA DE LA MAQUINA COMPACTADORA



POSTURA DEL CILINDRO HIDRAULICO Y LA BOMBA DE ENGRANAJE

Anexo 3. Prueba de la maquina compactadora en presencia del Rector de la Universidad Técnica de Manabí el Dr. Vicente Veliz y nuestro tutor de tesis el Ing. Galo Perero.



PAQUETE DE BOTELLAS COMPACTADO POR LA MAQUINA COMPACTADORA



TRABAJO DE COMPACTACION DE LA MAQUINA



ZONA DE COMPACTACION

Anexo 4. Entrega de la maquina compactadora a la Universidad Técnica de Manabi.



MAQUINA COMPACTADORA DE RESIDUOS SOLIDOS PLASTICOS