



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Mecánico.

Título del Proyecto de Investigación:

**“DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA EL RECICLAJE DE PAPEL Y
PLÁSTICO”**

Autor:

García Bosada Germán Andrés

Director del Proyecto de Investigación:

Ing. Johnn Andrés García Coral

Quevedo – Los Ríos – Ecuador.

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Germán Andrés García Bosada**, declaro que la investigación aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se influyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer usos de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. _____

Germán Andrés García Bosada

C.C.# 0503710667



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **ING. MEC. JOHNN ANDRÉS GARCÍA CORAL MSC.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **GERMÁN ANDRÉS GARCÍA BOSADA**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA EL RECICLAJE DE PAPEL Y PLÁSTICO**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Mec. Johnn Andrés García Coral Msc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

ING. JOHNN ANDRÉS GARCÍA CORAL, MSc. En calidad de director de Proyecto de Investigación titulado “**DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA EL RECICLAJE DE PAPEL Y PLÁSTICO.**”, me permito manifestar a usted y por intermedio al Consejo Académico de Facultad lo siguiente:

Que, el estudiante **GERMÁN ANDRÉS GARCÍA BOSADA** egresados de la Facultad Ciencias de la Ingeniería, han cumplido con las correcciones pertinentes, e ingresado su Proyecto de Investigación al sistema URKUND, tengo a bien certificar la siguiente información sobre el informe del sistema anti plagio con un porcentaje de 1%.

	
Documento	TESIS ANDRES GARCIA original.docx (D54189933)
Presentado	2019-06-27 10:02 (-05:00)
Presentado por	anndresgx@gmail.com
Recibido	jgarcia.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	TESIS ANDRES GARCIA Mostrar el mensaje completo
	1% de estas 38 páginas, se componen de texto presente en 2 fuentes.

Ing. Mec. Johnn Andrés García Coral Msc

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Diseño de una prensa hidráulica para el reciclaje de papel y plástico”

Presentado Al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Marcelo García Saquicela Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Jorge Guadalupe Almeida Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Ernesto Ruano Herrería Msc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR.

2019

AGRADECIMIENTO

Por medio de este trabajo de investigación agradezco a Dios por guiarme en el sendero correcto, a no desfallecer en los problemas de la vida y brindarme su confianza para seguir adelante, por haberme dado unos padres maravillosos que están a mi lado apoyándome y permitirme estudiar la carrera de Ingeniería Mecánica.

Es un verdadero orgullo y placer expresar de manera muy especial a quienes permitieron hacer posible alcanzar mi gran sueño que es ser Ingeniero Mecánico

A los docentes y autoridades de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, quienes estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos y ofrecer la orientación necesaria para formarme como profesional y ser humano.

Al Ing. mecánico Jorge Guadalupe Almeida por ser un pilar fundamental en el transcurso de este tema de investigación y aquellas personas que directa e indirectamente ayudaron en el desarrollo de este trabajo investigativo.

Agradezco a mis padres, hermanas y familiares que son parte de mi diario vivir, con su motivación, apoyo económico y anhelo por dejarme el mejor legado que es la educación e integrarme como un profesional en la rama de Ingeniería Mecánica.

A cada uno de los docentes tanto de primaria, secundaria y universidad, que han colaborado con su enseñanza y aprendizaje para mi desarrollo y preparación en la vida educativa y profesional. A mi director de proyecto de investigación, el Ing. Johnn García Coral, por ser el guía principal en el desarrollo de este trabajo, quien, con sus conocimientos, su experiencia y su motivación ha logrado que pueda culminarlo con éxito.

Germán Andrés García Bosada

DEDICATORIA

Este Proyecto de Investigación se lo dedico a mis padres Marco García y Angela Bosada quienes me trajeron a la vida, que gracias a sus esfuerzos y dedicación me han permitido desenvolverme competitivamente como profesional, brindándome la oportunidad necesaria para cumplir con la meta de ser un Ingeniero Mecánico.

Germán Andrés García Bosada

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación, se enfoca al diseño de una máquina, que compacte plástico y papel para el reciclaje, manejo y transportación de estos materiales.

Se plantea tres propuestas de diseño a evaluar mediante el criterio de métodos ponderados para elegir la mejor opción, se utiliza el software SOLIDWORKS en el modelamiento de las propuestas para tener un enfoque geométrico de los elementos a utilizar en el mismo.

La mejor opción debe demostrar eficiencia, interés industrial y ayuda efectiva en la industria del reciclaje, mejorando la elaboración y calidad de este producto de tal forma que contribuya a la producción de bloques de compactación.

Aplicando el método de criterios ponderados se selecciona la alternativa “B” como se muestra en la tabla 13 en donde se evaluaron los pesos específicos de cada criterio siendo esta propuesta como sobresaliente previo a diseñar por brindar mayor fiabilidad en el proceso, disminuir tiempo de operación y calidad de un producto terminado a diferencia de las otras propuestas planteadas.

Para diseñar dicha máquina se investiga y recopila información sobre proyectos similares, artículos y revistas que complementen con esta labor.

Palabras claves: Solidworks, Compactación, Presión de Compactación, Prensa Hidráulica.

ABSTRACT

The following research work focuses on the design of a machine that compacts plastic and paper for the recycling, handling and transportation of these materials.

Three design alternative are proposed to be evaluated using the criterion of weighted methods to choose the best option. The SOLIDWORKS software is used in the modeling of the proposals to have a geometric approach to the elements to be used in it.

The best option should demonstrate efficiency, industrial interest and effective help in the recycling industry, improving the production and quality of this product in such a way that it contributes to the production of compaction blocks.

Applying the weighted criteria method, the alternative "B" is selected, as shown in table 13, where the specific weights of each criterion were evaluated. This proposal is considered as outstanding prior to designing because it provides greater reliability in the process, decreasing operating time and quality of a finished product unlike the other proposed options.

In order to design this machine, information about similar projects, articles and magazines that complements this work was researched and collected.

Key words: Solidworks, Compaction, Compactation Pressure, Hydraulic Press.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
CÓDIGO DUBLÍN	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Problema de Investigación.	3
1.1.1. Planteamiento del problema.	3
1.1.1.1. Diagnóstico.....	3
1.1.1.2. Pronóstico.	3
1.1.2. Formulación del problema.	3
1.1.3. Sistematización del problema.	4
1.2. Objetivos.	5
1.2.1. Objetivo General.	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Justificación	6
CAPITULO II	
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco Conceptual.	8
2.1.1. Máquina hidráulica.	8
2.1.1.1. Parámetros para seleccionar una prensa hidráulica.....	8
2.1.2. Principios de resistencia de materiales.....	9
2.1.2.1. Principio de rigidez.....	9
2.1.2.2. Principio de superposición.	9
2.1.2.3. Principio de Saint - Venant.....	10
2.1.3. Diseño mecánico.	11
2.1.4. Máquina.	11
2.1.5. Simulación.	12

2.1.6. SolidWorks.	12
2.2. Marco Referencial.	12
2.2.1. Mecanismos y Máquinas.....	12
2.2.1.1. Fases del proceso de diseño	12
2.2.2. Diseño de maquina.....	13
2.2.2.1. Máquina	13
2.2.3. El diseño y los códigos de seguridad	15
2.2.4. Consideraciones del diseño mecánico	15
2.2.4.1. Consideraciones tradicionales	15
2.2.4.2. Consideraciones modernas	16
2.2.4.3. Calidad de vida consideraciones diversas	16
2.2.5. Consideraciones de diseño para minimizar lesiones	16
2.2.6. Consideraciones ecológicas.....	16
2.2.7. Simulación por software	17
2.2.8. Software utilizado en la Investigación	17
2.2.8.1. CadSimu.....	17
2.2.8.2. Solidworks	18
2.2.8.3. FluidSim	18
2.2.8.4. Sap 2000.....	18
2.2.9. Materiales reciclables	18
2.2.10. Reciclaje de papel.....	19
2.2.11. Reciclaje de los plásticos	20
2.2.12. Procesos de reciclaje químico.	20
2.2.13. Reciclado de metal	21
2.2.14. El reciclaje mecánico.	21
2.2.15. Fundamentos hidráulicos	22
2.2.15.1. Bomba hidráulica.	23
2.2.15.2. Tipos de Bombas Hidráulicas	23
2.2.16. Válvulas	23
2.2.16.1. Tipos de válvulas	23
2.2.17. Motor eléctrico	24
2.2.18. Cilindro	25
2.2.19. Depósito de aceite	25
2.3. Reconocimiento del producto antes de la compactación	25
2.3.1. Compactación del producto	25

CAPITULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	26
3.1. Localización.	27
3.2. Tipos de Investigación	27
3.2.1. Investigación descriptiva.....	27
3.2.2. Investigación documental	27
3.2.3. Investigación de campo.....	28
3.3. Métodos de la investigación	28
3.3.1. Método analítico	28
3.3.2. Método bibliográfico.....	28
3.3.3. Método científico.....	28
3.3.4. Técnicas.....	28
3.3.5. Observación Directa.....	29
3.3.6. Entrevista.	29
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	29
3.5. Diseño de la investigación.	29
3.5.1. Diseño no experimental.	29
3.6. Recursos humanos y materiales.....	29
3.6.1. Recurso humano.	29
3.6.2. Recurso material	30
3.6.2.1. Materiales de Oficia	30
3.6.2.2. Materiales (hardware).	30
3.6.2.3. Materiales (software).....	30
3.7. Esquema del Diseño de la Prensa Hidráulica.	31
CAPITULO IV	32
RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
4.1. Resultados	33
4.1.1. Resultados esperados	33
4.2. Selección de alternativas de diseño	33
4.2.1. Alternativas de diseño previo a la selección de la mejor opción.	33
4.3. Criterio de diseño.....	38
4.3.1. Proceso de ponderación	39
4.4. Datos de campo para el diseño de la prensa hidráulica.....	41
4.5. Residuos plásticos que se pueden reciclar.....	44
4.5.1. Descripción de los materiales que se pueden reciclar	44
4.6. Materiales que se Puede Reciclar	45

4.7. Partes de la prensa hidráulica	45
4.8. Cálculos realizados para el diseño de la prensa hidráulica.	47
4.9. Cálculo estructural	56
4.9.1. Cálculo teórico.....	56
4.9.2. Comparación de dato Teórico y Experimental del Cálculo Estructural.....	73
4.10. Sistema Hidráulico de la Prensa	74
4.10.1. Potencia Necesaria del Motor.....	75
4.10.2. Tanque Hidráulico.	76
4.10.3. Circuito Hidráulico.....	77
4.11. SIMULACION ESTRUCTURAL DE LA PRENSA HIDRÁULICA	83
4.12. Análisis Económico.....	85
4.12.1. Precio de materiales estructurales utilizados	85
4.12.1.1. Precio de partes sistemáticas de la Prensa Hidráulica.....	85
4.12.1.2. Precio de materiales para el ensamble y acabado de la máquina.....	86
4.12.1.3. Precio de maquinado	87
4.12.1.4. Tabulación del precio de la mano de obra.....	87
4.12.1.5. Precio de diseño de la prensa.	88
4.12.1.6. Precio final de la prensa hidráulica	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1. CONCLUSIONES.....	90
5.2. RECOMENDACIONES	91
BIBLIOGRAFÍA.....	92
6.1. BIBLIOGRAFÍA	93
CAPITULO VII	
ANEXOS.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. Proceso de diseño [6]	14
Tabla 2. Planteamiento y cálculo del problema. [6]	14
Tabla 3. Códigos, Normas para Ingeniería Mecánica [6].....	15
Tabla 4. Consideraciones ecológicas [8]	17
Tabla 5. Requerimientos de Hardware	30
Tabla 6. Requerimientos de Software.....	30
Tabla 7. Criterios de diseño por su peso específico.	39
Tabla 8. Criterio de manipulación por su peso específico.....	39
Tabla 9. Criterio de producción por su peso específico.	39
Tabla 10. Criterio de peso.....	39
Tabla 11.Criterio de ergonomía por su peso específico.	40
Tabla 12.Criterio de precio por su peso específico.	40
Tabla 13. Evaluación del peso específico de cada criterio.	40
Tabla 14. Materiales que se pueden Reciclar.	45
Tabla 15. Partes importantes de una prensa hidráulica.	46
Tabla 16. Especificaciones del cilindro hidráulico.....	56
Tabla 17.Precio de materiales estructurales	85
Tabla 18. Precio de partes sistemáticas	86
Tabla 19.Precio de materiales para ensamble y acabado.....	86
Tabla 20. Maquinado de las piezas estructurales para el ensamble.....	87
Tabla 21. Precio de mano de obra	87
Tabla 22. Precio del diseño de la prensa	88
Tabla 23. Precio final de la prensa hidráulica	88

Índice de figura

Figura 1 Principio de rigidez de pequeños desplazamiento [2].....	9
Figura 2. Implicación del Principio de superposición. [2]	10
Figura 3. Ilustración del principio de Saint-Venant. [2].....	11
Figura 4. Fases del proceso de diseño [3].....	13
Figura 5. Materiales reciclables. [14]	19
Figura 6. Reciclaje de papel. [14].....	20
Figura 7. Reciclaje de Metal. [14]	21

Figura 8. Proceso de reciclaje mecánico. [14].....	22
Figura 9. Google Maps. [14]	27
Figura 10. Prensa de tornillo sin fin. [14].....	34
Figura 11. Prensa hidráulica. [14]	35
Figura 12. Prensa neumática [14].....	37
Figura 13. Prensa Hidráulica (Operaciones Unitarias) para la obtención de la presión requerida	41
Figura 14. Adaptación para simular el compactado.	42
Figura 15. Peso en lb de 1 Botella de 600cm ³	42
Figura 16. Realizando Compactación.....	42
Figura 17. Presión del Manómetro 125psi (Presión necesaria para compactar 1 Botella)..	42
Figura 18. Compactación de botellas culminada.....	43
Figura 19. Toma de datos del área efectiva de compactación de 1 botella	43
Figura 20. Partes importantes de una prensa hidráulica	46
Figura 21. Marco Hiperestático	57
Figura 22. Prontuario de Vigas [17]	58
Figura 23. Esquema cortante del soporte estructural.....	59
Figura 24. Diagrama de cortante del soporte.....	60
Figura 25. Diagrama del momento flector del soporte	61
Figura 26. Diagrama de Cortante utilizando Sap 2000	62
Figura 27. Diagrama de momento utilizando Sap 2000	63
Figura 28. Deflexión máxima utilizando Sap 2000.....	63
Figura 29. Simulación del Factor de Seguridad utilizando Solidworks.	64
Figura 30. Esquema de Diagramas de cortantes y flectores [17]	65
Figura 31. Diagrama de cortante [17].....	66
Figura 32. Diagrama de Momento del Marco Hiperestático. [17]	66
Figura 33. Diagrama de cortante de la viga utilizando el Sap 2000.....	68
Figura 34. Diagrama de momento de la viga utilizando Sap 2000.....	68
Figura 35. Simulación de la deflexión máxima de la viga utilizando Sap 2000.	68
Figura 36. Simulación del factor de seguridad de la viga utilizando Solidworks	69
Figura 37. Tipo de conexiones para el diseño de una columna. [6]	69
Figura 38. Simulación del factor de seguridad de la columna.....	73
Figura 39. Tanque Hidráulico [14].....	76
Figura 40. Circuito Hidráulico de la Prensa Hidráulica.	77

Figura 41. Diagrama de Arranque y Paro de un Motor Trifásico. (Esquema de Fuerza)....	78
Figura 42.Circuito Eléctrico del Mando del Arranque y paro de la Prensa Hidráulica.....	79
Figura 43. Esquema funcional de mando del Motor Trifásico.	79
Figura 44. Filtro de Presion. Ubicado enla parte posterior de la Bomba. [16].....	81
Figura 45. Simulación de la parte estructural de la prensa hidráulica	83
Figura 46. Factor de seguridad en toda la prensa hidráulica	84
Figura 47.Esfuerzo máximo a la cual está sometida la prensa hidráulica.	84

Índice de Anexos

Anexo 1. Vista Isométrica de la Prensa Hidráulica	96
Anexo 2. Vista Lateral de la Prensa Hidráulica.....	96
Anexo 3. Selección de perfil HEB 180.....	97
Anexo 4. Selección de perfil UPN 260.....	97
Anexo 5. Selección de Plancha Naval para placas para la compactación	98
Anexo 6. Selección de plancha laminada en caliente	98
Anexo 7. Selección de Perfil Cuadrado	99
Anexo 8 Selección de tubería para compuertas.....	100
Anexo 9. Selección de los ángulos de lervadura para la placa superior	101
Anexo 10. Propiedades de aceros estructurales.....	102
Anexo 11. Transmisión hidráulica de fuerzas	102

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA PARA EL RECICLAJE DE PAPEL Y PLÁSTICO			
Autores:	Germán Andrés García Bosada			
Palabras clave:	Solidworks	Compactación	Presión de Compactación	Prensa Hidráulica
Fecha de publicación:				
Editorial:	Quevedo: UTEQ, 2019.			
Resumen:	Resumen. - El siguiente trabajo de investigación, se enfoca al diseño de una máquina, que compacte plástico y papel para el reciclaje, manejo y transportación de estos materiales. Se plantea tres propuestas de diseño a evaluar mediante el criterio de métodos ponderados para elegir la mejor opción, se utiliza el software SOLIDWORKS en el modelamiento de las propuestas para tener un enfoque geométrico de los elementos a utilizar en el mismo. La mejor opción debe demostrar eficiencia, interés industrial y ayuda efectiva en la industria del reciclaje, mejorando la elaboración y calidad de este producto de tal forma que contribuya a la producción de bloques de compactación. Aplicando el método de criterios ponderados se selecciona la alternativa “B” como se muestra en la tabla 13 en donde se evaluaron los pesos específicos de cada criterio siendo esta propuesta como sobresaliente previo a diseñar por brindar mayor fiabilidad en el proceso, disminuir tiempo de operación y calidad de un producto terminado a diferencia de las otras propuestas planteadas. Para diseñar dicha máquina se investiga y recopila información sobre proyectos similares, artículos y revistas que complementen con esta labor. Abstract. The following research work focuses on the design of a machine that compacts plastic and paper for the recycling, handling and transportation of these materials. Three design alternative are proposed to be evaluated using the criterion of weighted methods to choose the best option. The SOLIDWORKS software is used in the modeling of the proposals to have a geometric approach to the elements to be used in it. The best option should demonstrate efficiency, industrial interest and effective help in the recycling industry, improving the production and quality of this product in such a way that it contributes to the production of compaction blocks. Applying the weighted criteria method, the alternative "B" is selected, as shown in table 13, where the specific weights of each criterion were evaluated. This proposal is considered as outstanding prior to designing because it provides greater reliability in the process, decreasing operating time and quality of a finished product unlike the other proposed options. In order to design this machine, information about similar projects, articles and magazines that complements this work was researched and collected.			
Descripción:	143 hojas: Dimensiones, 290 x 210 mm: CD-ROM			
URI:				

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se han incrementado las industrias para facilitar el reciclaje de papel, plástico entre otros países. Tanto es así que los empresarios lo han visto como un medio de ingreso y los ecologistas lo consideran un factor importante para disminuir la contaminación en el mundo, debido a que el plástico es una sustancia química sintética, que tiene un efecto devastador sobre la fauna marina y las aves, ya que son miles las toneladas de plástico de diversos tamaños los que contaminan nuestros océanos. En cuanto al reciclaje de papel contribuimos con el medio ambiente al reutilizar este compuesto en uno de menor calidad y así se evita la deforestación de árboles conservando así la flora.

Desde hace mucho tiempo el reciclaje se ha venido practicando de forma rustica con el pasar del tiempo ha habido un avance tecnológico en la implementación de este tipo de maquinaria hidráulica para el reciclaje de cartón y papel, al inicio se utilizaban prensas manuales, las cuales poseían un sistema de tornillo o perno el cual giraba gracias a la fuerza humana. En Francia el matemático Blaise Pascal comenzó una indagación referida a la iniciación donde la presión aplicada a un líquido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas las direcciones sucedió al inicio del siglo XVII.

Con el transcurso del tiempo se han ido mejorando e implementando las maquinarias para el reciclaje de papel y plástico encontrando otros beneficios, el reciclaje de plástico es importante porque después del tratamiento de reciclaje este producto es utilizado como materia prima para la fabricación de nuevos productos y su conversión como combustible o como nuevos productos químicos. De esta manera se evita la contaminación de la flora y fauna tanto a nivel mundial como a nivel local.

Con todos los antecedentes expuestos, esta investigación busca diseñar la prensa hidráulica para compactar los volúmenes del papel y plástico así facilitando su manejo, transportación y pronta reutilización de este. Este proceso se llevaría a cabo mediante el diseño estructural, diseño hidráulico a través de un software de elementos finitos con su respectivo análisis de costos de fabricación de la prensa hidráulica.

CAPITULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Problema de Investigación.

1.1.1.Planteamiento del problema.

El no reciclar el papel y el plástico implica que exista mayor contaminación al ambiente ya que este produce la tala indiscriminada de árboles y el efecto químico devastador que tiene el plástico en la fauna marina y aves, la cual es perjudicial para el ecosistema.

Para el proceso de reciclaje de papel y plástico se necesita implementar un sistema de compactación para su fácil manejo y transportación para su pronto proceso de reutilización dándole así una nueva utilización de estos materiales en las diferentes industrias y favoreciendo de esta manera la economía y el ambiente.

El presente tema de investigación es del diseño de una prensa hidráulica para el reciclaje de papel y plástico, con el fin de disminuir el costo, mejorar el transporte y manejo de los residuos antes mencionados.

1.1.1.1.Diagnóstico.

En la actualidad la ciudad de Quevedo no cuenta con un sistema de prensado para las recicladoras ya que estas utilizan entidades privadas para su respectiva compactación, y su pronta transportación. Dando paso así al no manejo de volúmenes por parte de ciertas recicladoras por índole económico.

1.1.1.2.Pronóstico.

Al realizar el diseño de la prensa hidráulica se pretende reducir costos de transportación, así optimizando el manejo de del papel y plásticos, aumentando así la confiabilidad al manejo y transportación de acuerdo a los volúmenes de producción de las recicladoras tanto en pequeñas, medianas y grandes entidades destinadas al proceso de reciclaje.

1.1.2.Formulación del problema.

¿Con el diseño de la prensa hidráulica se podrá satisfacer la necesidad de las recicladoras a nivel local y evitar un costo adicional a las entidades de reciclaje del sector?

1.1.3.Sistematización del problema.

La siguiente investigación estudia el diseño y la selección de materiales para la construcción de una máquina que compacte plástico y papel. Se analiza el mecanismo, costos y su funcionamiento.

- ¿Cuál es el proceso de diseño de una prensa hidráulica?
- ¿Qué alternativa de diseño es el más adecuado para el diseño de una prensa?
- ¿Cuál sería el costo de la inversión en la fabricación de la prensa?
- ¿Qué proceso de montaje deberá tener la prensa?

1.2.Objetivos.

1.2.1.Objetivo General.

Diseñar una prensa hidráulica para el reciclaje de papel y plástico.

1.2.2.Objetivos Específicos.

- Diseñar la estructura de la prensa hidráulica aplicando los principios de resistencia de materiales
- Determinar las características del sistema hidráulico a través de los fundamentos de mecánica de fluidos y turbomáquinas
- Desarrollar una simulación estructural a través de un software de elementos finitos y comparar con el cálculo manual de la estructura.
- Realizar un análisis de costos de fabricación de la prensa hidráulica.

1.3.Justificación

La preocupación a nivel mundial permite que el reciclaje sea una parte importante para evitar la deforestación y contaminación al ambiente, de esta forma se estaría contribuyendo para obtener un mundo libre de contaminación. Es necesario contar con una maquinaria que haga el proceso de compactación que facilite el manejo y transformación del papel y plástico que pueda ser reutilizado mediante los tratamientos químicos pertinentes. Es importante este tema de investigación ya que la prensa hidráulica ayuda a reducir tiempo, costos, manejo y transportación con respecto a los volúmenes de estos materiales contribuyendo directamente al ambiente.

La industria actual genera una gran cantidad de desechos que hay que gestionar de manera correcta, como cartón, papel, plásticos, entre otros. Cuánto más grande la fábrica más residuos genera. El método que se utiliza actualmente es compactar estos materiales en las propias instalaciones de la fábrica y luego transportarlas hasta una planta de reciclaje. Ya que esto genera mucha cantidad de residuo y movilizarlas hasta su destino eleva el coste de transportación, sobre todo en residuos que son muy voluminosos pero que pesan muy poco, como el cartón o el plástico. Con el proyecto de investigación ayudaría a reducir los inconvenientes antes mencionados.

Para la ejecución de este proyecto de investigación se realizará el respectivo análisis estructural, diseño hidráulico, generación de planos con las respectivas especificaciones de ensamblaje y análisis de costos de fabricación de la prensa hidráulica de esta manera se estará contribuyendo a las industrias dedicadas al proceso de reciclaje.

CAPITULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.Marco Conceptual.

2.1.1.Máquina hidráulica.

Es un equipo que transforma energía por medio de un fluido, para el fin de este proyecto investigativo se utilizara el aceite. Sin embargo, pueden ser utilizados otros fluidos, tales como el agua, generalmente derivados del petróleo. [1]

2.1.1.1.Parámetros para seleccionar una prensa hidráulica.

Caudal(Q)

Cantidad de agua que circula por unidad de tiempo. Las unidades más comunes corresponden a: m^3/s , lt/s, GPM, pie^3/min . [1]

Altura (H_n)

Para el caso de las turbinas se hablará de altura neta (H_n) y para las bombas (ventiladores) simplemente de altura (H). Esta variable corresponde a la energía contenida por kg de agua en la máquina. También se le suele designar “Energía Unitaria” [1]

Velocidad (V)

Velocidad con que gira el mecanismo de trabajo de la máquina. Generalmente este se expresa en RPM, también es conocido como velocidad angular. [1]

Potencia (N)

Energía entregada por unidad de tiempo en el eje de la máquina. Para el caso de las turbinas corresponde a la energía mecánica que se entrega en el eje. [1]

Número específico (n_s)

Depende de todos los factores y nos determina las características de la máquina. [1]

Rendimiento (η)

La característica más general de las máquinas es que cada vez que hacemos una transformación de energía hay una considerable perdida, existe un rendimiento menor del 100%. Generalmente se manifiestan en forma de calor [1]. Se obtiene:

$$\eta = \frac{\text{Potencia entregada}}{\text{Potencia Absorbida}} < 100\%$$

$$\eta = \frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia hidráulica}} \Rightarrow \text{Turbinas}$$

$$\eta = \frac{\text{Potencia hidráulica}}{\text{Potencia mecánica}} \Rightarrow \text{Bombas}$$

2.1.2.Principios de resistencia de materiales.

La resistencia de materiales es una disciplina que se basa en tres principios esenciales [2]:

- El principio de Rigidez
- El principio de superposición
- El principio de Saint-Venant.

La validez de los resultados obtenidos mediante esta teoría depende, básicamente del grado de satisfacción de estos principios en el caso en que se aplique [2].

2.1.2.1.Principio de rigidez

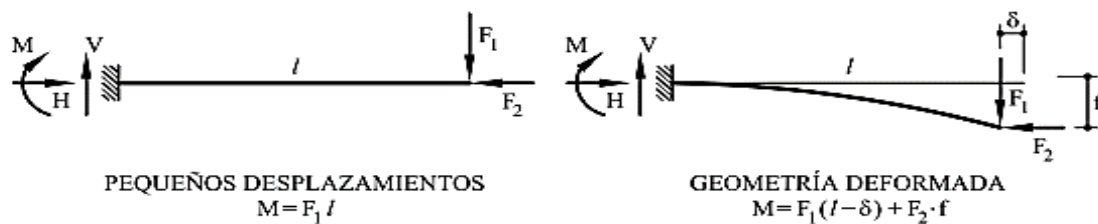


Figura 1 Principio de rigidez de pequeños desplazamiento [2]

Es una consecuencia directa de los pequeños movimientos aplicados al análisis de estructuras este menciona que: Las ecuaciones de equilibrio se pueden formular sobre la geometría no deformada, es decir sin considerar los movimientos provocados por el sistema de cargas [2].

2.1.2.2.Principio de superposición.

La resolución de un problema estructural lineal es mucho más sencilla que la de uno no lineal, aparte de otras dificultades de tipo práctico, en un problema no lineal, esta es la garantía de que la solución exista y sea única [2].

Esta implica que las reacciones, movimientos, tensiones y deformaciones que provoca sobre la estructura el estado de cargas original es igual a la suma de las reacciones, movimientos, tensiones y deformaciones que provocan los estados en los que se descompone [2].

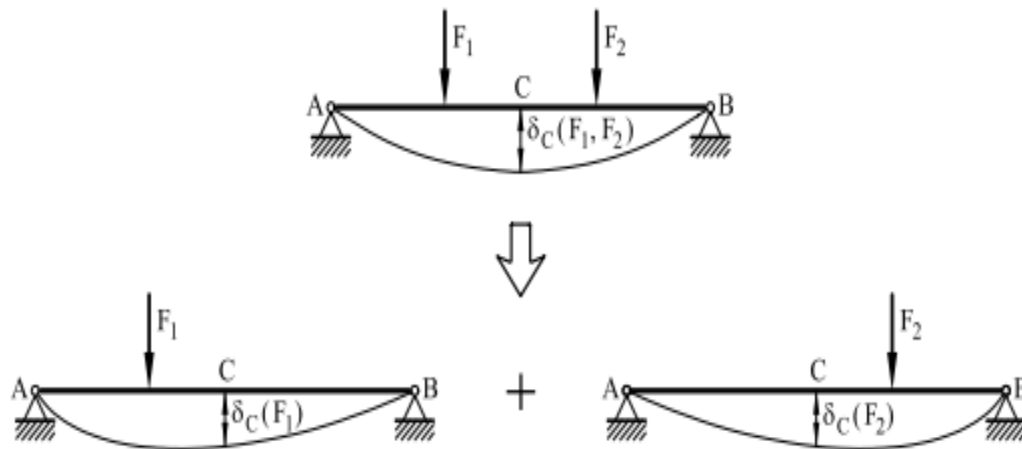


Figura 2. Implicación del Principio de superposición. [2]

2.1.2.3. Principio de Saint - Venant.

Este principio se puede considerar la verdadera piedra angular sobre la que se edifica la resistencia de materiales, ya que esta enuncia lo siguiente: “En una pieza prismática, las tensiones actúan sobre una sección recta, alejada de los puntos de aplicación de un sistema de cargas, solo dependen de la fuerza y del momento resultante de las fuerzas situadas a un lado de la sección [2].

En la práctica ingenieril, el estudio del estado tensional de un elemento estructural suele hacerse suponiendo que el principio de Saint - Venant es aplicable a la totalidad de las secciones analizadas. El dimensionamiento de las piezas suele hacerse en función de los resultados obtenidos [2].

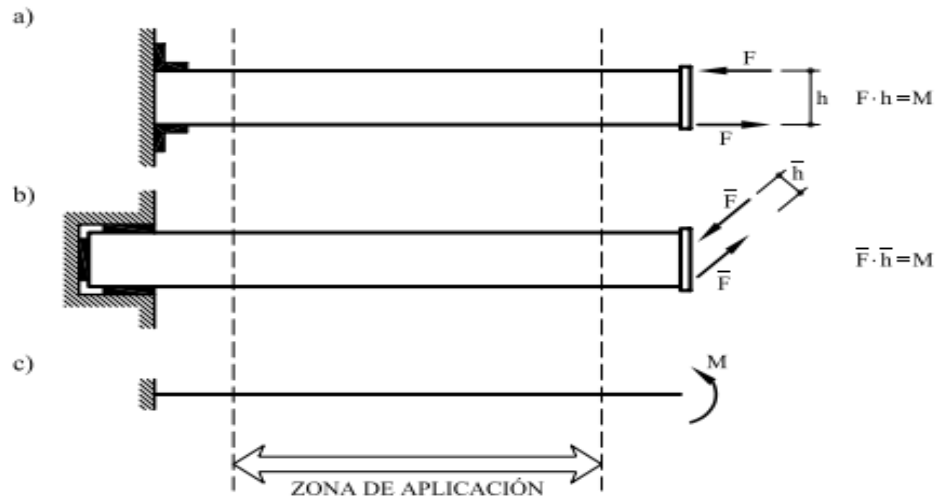


Figura 3. Ilustración del principio de Saint-Venant. [2].

2.1.3.Diseño mecánico.

El diseño mecánico consiste en satisfacer una necesidad o resolver un problema esta requiere de muchas habilidades, las consideraciones que se deberían tener en cuenta serían las dimensiones, tolerancias, unidades y cálculos. Esta se enfoca en las destrezas y habilidades que adopta un diseñador para plantear su creatividad e ingenio deben estar vinculadas entrelazadas con conocimiento, sobre todo cumplir con las siguientes condiciones; ser funcional, innovador, útil, seguro, confiable, que se pueda fabricar y comercializarse [3].

2.1.4.Maquina.

Los mecanismos fueron ideados en la época de los egipcios, estos idearon maquinas primitivas para la construcción de las pirámides y otros monumentos. Por lo general una maquina contiene un sistema que transmite movimiento, también transfieren fuerzas significativas donde requieran que ejerzan fuerzas o transmisión de movimientos sean condiciones de cinemática como dinámica ya que estos ayudan a que los mecanismos funciones de una manera fluida, generalizando es un conjunto o ensamble de piezas, mecanismos esenciales para la realización del concepto de máquina. [3].

2.1.5.Simulación.

Es un proceso del diseño en el cual consiste en desarrollar un modelo computarizado del sistema mecanismo o proceso con el fin de entender su comportamiento o evaluar estrategias para imitar el comportamiento real del elemento máquina que opera el sistema. En este diseño se procederá a realizar el análisis de elementos finitos de los elementos de máquinas que van a soportar la mayor cantidad de carga a través de módulo de simulación CAD que viene integrado en programas de diseño. [4]

2.1.6.SolidWorks.

Este programa permite modelar piezas, conjuntos, planos técnicos, así como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona en base a las nuevas técnicas de modelado en programa CAD. Este plasma la idea del diseñador del elemento máquina que desea realizar, ya que este programa es amigable con el usuario, tiene una interfaz entendible y de fácil extracción de planos. Es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D Y 3D, desarrollado por Solidworks. Corp. [5]

2.2.Marco Referencial.

2.2.1.Mecanismos y Máquinas.

Un mecanismo es un dispositivo que transforma movimiento según el bosquejo deseado, comúnmente este desarrolla fuerzas de muy baja intensidad el cual provoca que transmita menos potencia. Una máquina contiene mecanismos diseñados para proporcionar fuerzas significativas así transmitiendo potencias de gran escala. Si los mecanismos están cargados ligeramente y operan a bajas velocidades, a veces pueden considerarse de manera cinemática. En la teoría de máquinas y mecanismos se diferencia el análisis y la síntesis de estos mecanismos, este consiste en estudiar tanto cinemática y dinámicamente un mecanismo con las características de los elementos que constituye una máquina. [3]

2.2.1.1.Fases del proceso de diseño

- ✓ Identificar la necesidad a la cual se pretende dar una solución.
- ✓ Definir el problema que surge de una necesidad.
- ✓ Forma o esquema para dar solución a una necesidad.

- ✓ Estudio de factibilidad.
- ✓ Bosquejo de la máquina, estructura, permitiendo elegir las características generales y específicas de cada elemento.
- ✓ La socialización de los resultados a otros es la parte final del proceso de diseño.

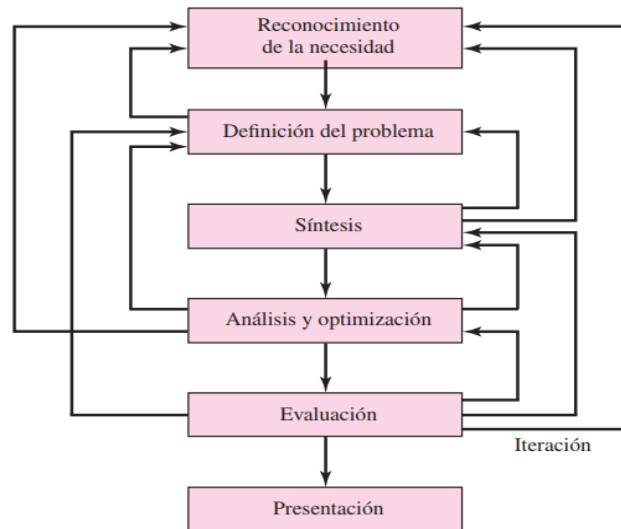


Figura 4. Fases del proceso de diseño [3].

2.2.2.Diseño de maquina

2.2.2.1.Máquina

1 Aparato formado de unidades interrelacionadas.

2.Dispositivo que modifica una fuerza o un movimiento

Las partes interrelacionadas a las cuales hace referencia la definición a veces también se conoce en este contexto como elementos de máquinas. La idea de trabajo útil es fundamental a la función de una máquina, ya que en ello casi siempre habrá alguna transferencia de energía. [6]

La mención de fuerzas y movimiento también es vital para nuestros intereses ya que, al convertir la energía a fin de determinar el tamaño, las formas y los materiales necesarios para cada uno de los componentes interrelacionados de la máquina. En ello está la esencia del diseño de máquinas [6].

En la Tabla 1 se especifica los procesos para el diseño

Tabla 1. Proceso de diseño [6]

Proceso de diseño	
1	Identificación de la necesidad
2	Investigación de antecedentes
3	Enunciado del objetivo
4	Especificaciones de la tarea
5	Síntesis
6	Análisis
7	Selección
8	Diseño detallado
9	Prototipos y pruebas
10	Producción

Fuente: Propia

Tabla 2. Planteamiento y cálculo del problema. [6]

Planteamiento y cálculo de problemas		
1	Defina el problema	Etapa de definición
2	Enuncie los datos conocidos	
3	Efectúe las hipótesis apropiadas	
4	Decisiones preliminares del	Etapa preliminar de
5	diseño	
6	Diseñar bosquejos	Etapa del
7	Modelos matemáticos	
8	Análisis del diseño	Etapa de
9	Evaluación	
10	Documentar resultados	documentación

Fuente: Propia

2.2.3.El diseño y los códigos de seguridad

Tabla 3. Códigos, Normas para Ingeniería Mecánica [6]

Códigos, Normas para Ingeniería Mecánica	
1	American Gear Manufacturers Association (AGMA)
2	American Society of Mechanical Engineers (ASME)
3	Society of Plastics Engineers (SPE)
4	Underwriters Laboratories (UL)
5	American Society of Testing and Materials (ASTM)
6	American Welding Society (AWS)
7	American Insitute of Steel Construction (AISC)
8	American Iron and Steel Institute (AISI)
9	American National Standards Institute (ANSI)
10	American Society for Metals (ASM)
11	Anty-Friction Bearing Manufacturers Association (AFBMA)
12	International Standars Organization (ISO)
13	Soxiety of Automotive Engineers (SAE)

Fuente: Propia

2.2.4.Consideraciones del diseño mecánico

Cuando se emplea de manera directa el concepto de “consideraciones de diseño”, se menciona de manera directa a las características que influyen en el diseño como las dimensiones, procesamiento y la unión de los elementos del sistema. [3]

2.2.4.1.Consideraciones tradicionales

- ✓ Materiales
- ✓ Geometría
- ✓ Condiciones de operación
- ✓ Costo
- ✓ Disponibilidad
- ✓ Posibilidad de producción
- ✓ Vida del componente

2.2.4.2.Consideraciones modernas

- ✓ Seguridad
- ✓ Ecología

2.2.4.3.Calidad de vida consideraciones diversas

- ✓ Confiabilidad y facilidad de mantenimiento
- ✓ Ergonomía y estética

2.2.5.Consideraciones de diseño para minimizar lesiones

Para el diseño del prototipo se las normas de El Consejo de Seguridad Nacional de Estados Unidos, el cual establece una jerarquía de diseño en una serie de lineamientos para el diseño de equipos con la finalidad de minimizar lesiones. El orden de la prioridad es [3]:

- ✓ Diseñar teniendo en mente que se eliminen los peligros y se minimice el riesgo.
- ✓ Incorporar dispositivos de seguridad.
- ✓ Proporcionar dispositivos de advertencia.
- ✓ Desarrollar e implementar procedimientos para una operación segura, así como programas de capacitación de empleados relacionados con la seguridad.
- ✓ Emplear equipo de protección personal.

2.2.6. Consideraciones ecológicas

Es mucho más difícil para el ingeniero resolver problemas ecológicos que traten temas como el esfuerzo y la deflexión. Ahora que la sociedad es más sensible a este problema, los requisitos legales y las medidas más apegadas a la realidad del costo total, tienen un mayor impacto en el diseño de la ingeniería [7]:

- ✓ Considere todos los aspectos del objetivo básico de diseño.
- ✓ Reflexionar sobre los conceptos globales que se incorporan en el diseño.
- ✓ Diseñar para reciclar, considerando el ciclo ecológico completo incluyendo la disposición y el nuevo uso del dispositivo entero y sus componentes.
- ✓ Seleccione los materiales teniendo en mente los factores ecológicos.

- ✓ Considere los factores ecológicos cuando se especifica el proceso

Tabla 4. Consideraciones ecológicas [8]

PRINCIPALES	
1.	Se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema, al hacer alteraciones en el modelo del sistema y observando el efecto de las alteraciones en el comportamiento del sistema.
2.	Puede ser usada para experimentar con nuevas situaciones, sobre las cuales se tiene poca o ninguna información.
3.	Disminuir costos, y además hacer las demostraciones sin tener que adquirir el material.
4.	Anticipación de los posibles problemas que puede presentar la máquina.

2.2.7.Simulación por software

La simulación es una técnica numérica que conduce experimentos en una computadora digital simulando operaciones o movimientos con el propósito de estudiar y visualizar resultados y así analizarlos. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para descubrir el comportamiento y la estructura de estos sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo [8].

2.2.8.Software utilizado en la Investigación

2.2.8.1. CadSimu

Es un software que permite recrear automatismos y también simularlos. No necesita instalación ya que es un programa portable, solo de acceso directo, este software es bastante sencillo para elaborar esquemas de mando y potencia, tiene una amplia gama de símbolos normalizados, organizadas, facilidad de trazar esquemas eléctricos para su posterior simulación, entre otras. Simula visualiza el estado del esquema para su correcto funcionamiento. [9]

2.2.8.2. Solidworks

Es un software CAD para modelado mecánico, creado por la compañía SolidWorks Corp. Ofrece entre sus soluciones creación de planos, piezas, ensambles y simulación para análisis estáticos, dinámicos, simulaciones de frecuencia, de pandeo, térmicos, de fatiga, de distribución de masa, entre otros. Este software permite ahorrar tiempo y esfuerzo en la búsqueda de resultados de diseño óptimos, de tal manera se reduce el tiempo de salida del producto al mercado [10].

2.2.8.3. FluidSim

Software de simulación en este adquiere los conocimientos básicos de la neumática e hidráulica, Se elaboró con la colaboración de la Universidad de Paderborn. Tiene una estrecha relación con la función y simulación CAD. Es un software sumamente didáctico, ya que contiene una amplia gama de símbolos normalizados y sus datos obtenidos son acercados a la realidad. Aptos para este proceso de investigación. [11]

2.2.8.4. Sap 2000

Conocida por sus siglas en inglés Structural Analysis Program (Programa de Análisis Estructural). Es un programa de cálculo de estructuras, su simulación se centra en el Método de los Elementos Finitos (MEF), con interfaz gráfico 3D orientado a objetos, preparado para realizar, de forma integrada: modelamiento, análisis y dimensionamiento de problemas cotidianos en la ingeniería de estructuras [12]

2.2.9. Materiales reciclables

Los materiales reciclables son generalmente los desechos sólidos no biodegradables que se pueden reutilizar o transformar en otros productos. Las principales fuentes de generación de estos materiales son: [13]

- Los hogares
- El comercio Instituciones
- Establecimientos educativos
- Oficinas
- Compañías

- La industria productora

Estos materiales son generalmente contaminados con otros desechos (desechos biodegradables), lo que baja su calidad. Por otra parte, hay que considerar que la mayor cantidad de materiales reciclables proviene de los domicilios. Son casi 100 % en las áreas rurales y las ciudades poco industrializadas, pero incluso en ciudades con alta actividad industrial más de 70 % de los materiales reciclables se producen en los hogares. Los materiales reciclables producidos en el comercio son en su gran mayoría materiales de embalaje que se utilizan para la entrega de productos al por mayor. Estos materiales tienen generalmente una muy buena calidad ya que no se entremezclan con otro tipo de desechos. [13]



Figura 5. Materiales reciclables. [14]

2.2.10. Reciclaje de papel

El uso de una tonelada de papel reciclado evita tumbiar 17 árboles (valor promedio). Se reduce considerablemente la carga de contaminantes a las aguas. Para procesar una tonelada de papel reciclado, se necesita solamente el 10 % de la cantidad del agua necesaria para la producción de papel desde la materia prima.

Con la contaminación que tiene el material usado, este porcentaje baja, y el proceso pierde rentabilidad. Por eso, es muy importante que el papel y el cartón no se mezclen con los desechos orgánicos. Si no es posible organizar una clasificación de los desechos

biodegradables de los no biodegradables, se recomienda establecer un recorrido especial para recoger el papel y el cartón en los lugares de mayor generación o cooperar con los recicladores para organizar una recolección directa de las instituciones, establecimientos educativos, de los comercios y, si es posible, de los hogares. [13]



Figura 6. Reciclaje de papel. [14]

2.2.11. Reciclaje de los plásticos

Hay distintas alternativas de reciclaje y recuperación del plástico con respecto a la reutilización. Existen tres métodos diferentes de reciclaje y recuperación de los plásticos [13]:

- El reciclaje mecánico de los plásticos
- El reciclaje químico
- La recuperación de energía.

2.2.12. Procesos de reciclaje químico.

El objetivo del reciclaje químico es la descomposición de los plásticos usados anteriormente clasificados en sus componentes más sencillos (los monómeros).

Estos se pueden utilizar otra vez como materia prima en la industria productora. Existen diferentes procesos para realizar el reciclaje químico [13]

- La pirólisis
- La hidrogenación
- La gasificación o el tratamiento con disolventes

2.2.13. Reciclado de metal

Este proceso permite reutilizar el metal de hoja lata desecho y como materia prima para nuevos productos metálicos de hoja lata. Este reciclado es limitado a el número de veces que se puede reciclar.

Sin embargo, presenta una desventaja, no se puede reciclar en casa. Ya que este necesita ser fundido a diferencia de los demás materiales reciclables y así cambiar su forma o adoptar la misma anterior. [13]

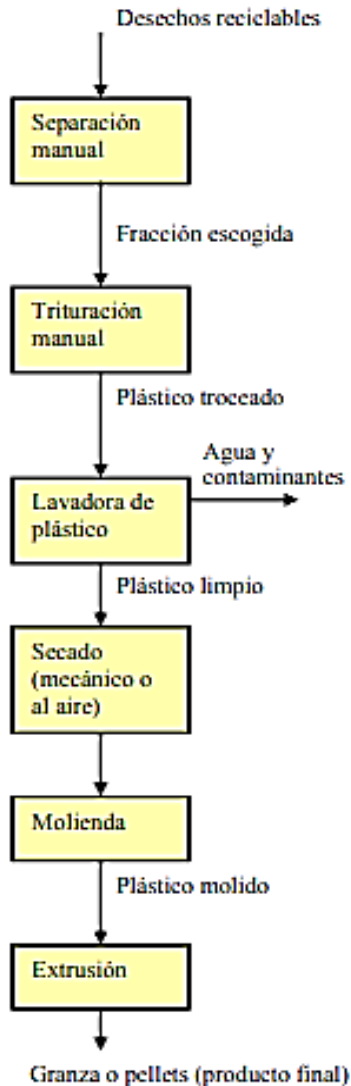


Figura 7. Reciclaje de Metal. [14]

2.2.14. El reciclaje mecánico.

Se realiza por medio de la presión y del calor con el fin de producir otros objetos con base de un material termoplástico definido. Ya que es muy importante que sea homogénea la composición del plástico, la clasificación minuciosa tiene un papel preponderante para el reciclaje mecánico. Los plásticos ideales son objetos de gran tamaño como las botellas de bebida, recipientes de alimentos u otros productos de uso doméstico, entre otros [13]

Alternativa A: Proceso casi manual



Alternativa B: Proceso avanzado

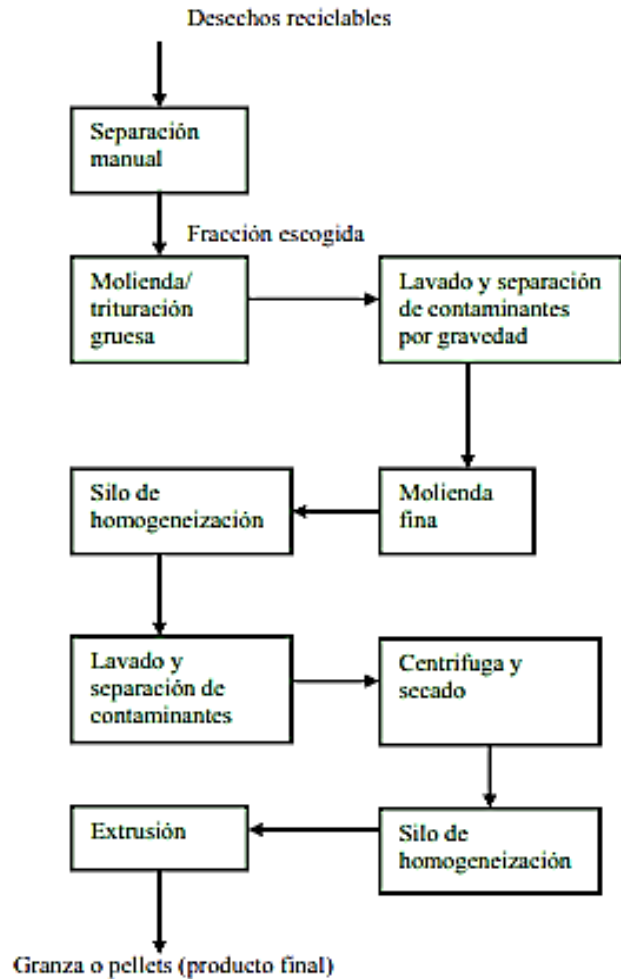


Figura 8. Proceso de reciclaje mecánico. [14]

2.2.15. Fundamentos hidráulicos

El término "Hidráulica" proviene del griego "hydro" que significa "agua", y "aulas" que significa cañería o entubamiento, originalmente enfocó el estudio del comportamiento físico del agua en reposo y en movimiento. La "hidráulica", por lo tanto, está directamente relacionada con líquidos y es una rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos en reposo o en movimiento, de aquí se deriva la hidrostática y la hidrodinámica [15].

2.2.15.1.Bomba hidráulica.

Se encarga de absorber el fluido hidráulico y enviarlo hasta el o los cilindros con una presión y caudal determinado. Existen varios tipos de bombas: bomba de pistón, bombas de paleta, bombas de engranaje, etc. La bomba hidráulica convierte la energía mecánica desarrollada por el motor eléctrico en energía de presión hidráulica.

2.2.15.2.Tipos de Bombas Hidráulicas

Bombas de desplazamiento positivo

Genera un volumen de líquido en cada ciclo. Si la impulsión se cierra, aumenta en gran cantidad la presión por lo que requiere un regulador de presión o de una válvula de seguridad. Es capaz de dar una presión de los 800 bar como máximo [15].

Bombas de Desplazamiento Volumétrico

Entre las que se encuentran son de [15]:

- Engranés
- Lóbulo
- Tornillo
- Paletas
- Pistón Axial
- Pistón Radial

2.2.16.Válvulas

2.2.16.1.Tipos de válvulas

Válvula de lanzadera

Permite una evacuación rápida del aire de los cilindros y de las tuberías de conexión, con lo que aumenta considerablemente la velocidad del pistón, ahorrando largos tiempos de retorno, especialmente si se trata de cilindros de doble efecto [15].

Válvula de seguridad

Actúa cuando la Presión alcanza un valor ajustado con un resorte, comunicando con el escape. La válvula permanece abierta hasta que la presión disminuye por debajo del valor ajustado y entonces la acción del resorte vence la presión y cierra el paso. Puede considerarse como válvulas limitadoras de presión ya que impiden la elevación de presión máxima del circuito [15].

Válvulas de bloqueo

Cortan el paso del aire comprimido y están diseñada de tal manera que el propio aire comprimido actúa sobre el obturador reforzando el efecto de cierre. Se utilizan para obtener posiciones intermedias del pistón o como función de seguridad para evitar riesgo en el ámbito laboral. [15].

Válvula de control de caudal

Se utiliza para regular la velocidad de los pistones de los cilindros neumáticos. Consiste en una restricción regulable y una válvula antiretorno (retención), que solo deja pasar el flujo de aire en un solo sentido, mientras que, en el sentido contrario, el aire fluye con una mínima pérdida de presión. La obturación se obtiene mediante un cono, una bola, un disco o una membrana y el cierre puede ser por contrapresión [15].

Válvula Antiretorno

Es una válvula antiretorno o de retención en la que, aparte de bloquear un solo sentido de paso mediante un diafragma elástico (o una bola), facilita el control del caudal del aire al variar el área de paso mediante una estrangulación y así controla la velocidad de pistón [15].

2.2.17.Motor eléctrico

Convierte la energía eléctrica en energía mecánica, esta energía es, la que se transmite a la bomba hidráulica por medio de un acople para hacerla girar. Se la selecciona según los requerimientos del diseño por su potencia (HP) [15].

2.2.18.Cilindro

Se encarga del trabajo final que se pretenda realizar. Capaz de desplazar grandes cargas y en maquinarias como volquetas, retroexcavadoras, grúas, es el elemento claramente visible. Existen varios tipos como: cilindro sumergible, cilindro telescópico, cilindro de simple efecto, cilindro de doble efecto, etc [15].

2.2.19.Depósito de aceite

Contiene el fluido que necesita el sistema, permite el enfriamiento del aceite, y necesariamente debe tener un filtro antes que el fluido vuelva a regresar a las válvulas y los cilindros [15].

2.3.Reconocimiento del producto antes de la compactación

Para la selección de la materia prima, que en este caso son las botellas y latas de aluminio, se procederá a realizar una preselección de la misma, lo cual permite eliminar líquidos y elementos que se encuentren dentro del envase. Realizado una vez esto, la persona encargada de manejar esta máquina, tendrá que ubicar el producto en el cubículo de la compactadora y revisar que esté totalmente cerrada la puerta para obtener un mejor desempeño y resultado de las pacas a compactar.

2.3.1.Compactación del producto

Una vez cerrada la puerta del contenedor se procede a introducir las botellas hasta que este alcance el límite superior de la puerta. Al llegar a ese límite se enciende el sistema hidráulico y se acciona el cilindro para que este compacte esa primera carga permitiendo así exista más espacio para otra colocación de botellas y así se repite el proceso hasta que el lote compactado tenga la altura de la puerta. (Ver Gráfico 13, muestra la compactación de botellas).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.Localización.

Si existiese los recursos para el financiamiento apropiado, el desarrollo de este proyecto investigativo tendrá futura implementación en el Cantón de Quevedo provincia de Los Ríos como se puede ver en el (Gráfico 7)



Figura 9. Google Maps. [14]

3.2.Tipos de Investigación

3.2.1.Investigación descriptiva

La investigación de este proyecto se enfoca principalmente en la información descrita por los procesos de compactado de papel y plástico, la cual es tomada como referencia para establecer especificaciones o parámetros al diseño de la máquina y de esta forma analizar minuciosamente los resultados del procesamiento y su análisis que se van a obtener en el desarrollo del diseño mecánico.

3.2.2.Investigación documental

Este tipo de investigación fue utilizada en el presente documento, para la recopilación de información donde se basa en libros, revistas, artículos científicos etc. Referentes al tema de diseño para una máquina de prensado y contribuye al desarrollo del proyecto en todas sus etapas.

3.2.3. Investigación de campo

Mediante la aplicación de este tipo de investigación se logra el contacto directo las recicladoras, analizando cada uno de los métodos empleados para compactación del papel y plástico ya que este debe satisfacer el diseño del presente proyecto de investigación.

3.3. Métodos de la investigación

3.3.1. Método analítico

A través del método analítico se plantea comprobar y analizar los distintos datos e información que se obtiene en el desarrollo de la investigación, mediante el análisis de las diferentes variables que se genera en el problema de realizar el diseño y simulación de una prensa hidráulica donde cumpla y satisfaga las especificaciones que requiere para el proceso de Prensado.

3.3.2. Método bibliográfico

Por medio de este método se realizará consultas en libros, revistas, sitios web, artículos científicos donde se busca información necesaria del principio en que se encuentra basada los distintos tipos de máquinas y equipos.

3.3.3. Método científico.

Se utilizará como una guía principal en todo el proyecto final de carrera ya que a través de este se va a plantear el problema, los objetivos que incluyen general y específico además permitirá la organización, procesamiento, análisis, e interpretación de la información obtenida para el proyecto.

3.3.4. Técnicas.

La recolección de información es una de la más utilizados en la investigación de proyecto, tiene relación con las técnicas y herramientas utilizadas, para ello se escogió la más útil como es la observación directa y entrevistas.

3.3.5.Observación Directa.

Esta técnica permitirá identificar cómo será el diseño más factible de la prensa hidráulica a partir de la observación de métodos tradicionales utilizados en los campos.

3.3.6.Entrevista.

es una de las técnicas más importante y beneficiosa de quien adquiera una investigación para recabar datos, se utilizará para conseguir la información sea esta verbal o escrita, a través de preguntas a las recicladoras a nivel Local.

3.4.Fuentes de recopilación de información.

Todo estudio se basa en la recopilación de información que tenga antecedentes importantes y significativos de acuerdo con lo que se está investigando. En este proyecto se empleará fuentes primarias y secundarias, tales como artículos científicos, revistas, libros y la observación del proceso manual en el sector cacaotero.

3.5.Diseño de la investigación.

3.5.1.Diseño no experimental.

La elaboración de este proyecto investigativo se realiza con el fin de comprobar y predecir el correcto funcionamiento del conjunto ensamblado de la Prensa Hidráulica en el software de diseño asistido por computador (CAD) Solidworks, donde se analizan los componentes que van a soportar mayor cantidad de cargas a través del módulo de simulación del software integrado en el programa ya mencionado.

3.6.Recursos humanos y materiales.

3.6.1.Recurso humano.

- Docentes
 - ✓ FCI de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo
- Autor
 - ✓ García Bosada Germán Andrés
- Director de Tesis
 - ✓ Ing. García Coral Johnn Andrés. MSc.

3.6.2.Recurso material

3.6.2.1.Materiales de Oficia

- Lapicero
- Calculadora
- Impresora
- Resma de papel

3.6.2.2. Materiales (hardware).

Tabla 5. Requerimientos de Hardware

Cantidad	Equipo	Características
1	Ordenador Portátil	Intel® Core™ i7-NVIDIA GeForce 940MX CPU @ Processor 16GB RAM
1	Impresora	EPSON L350 con sistema de tinta continua

Fuente: Propia

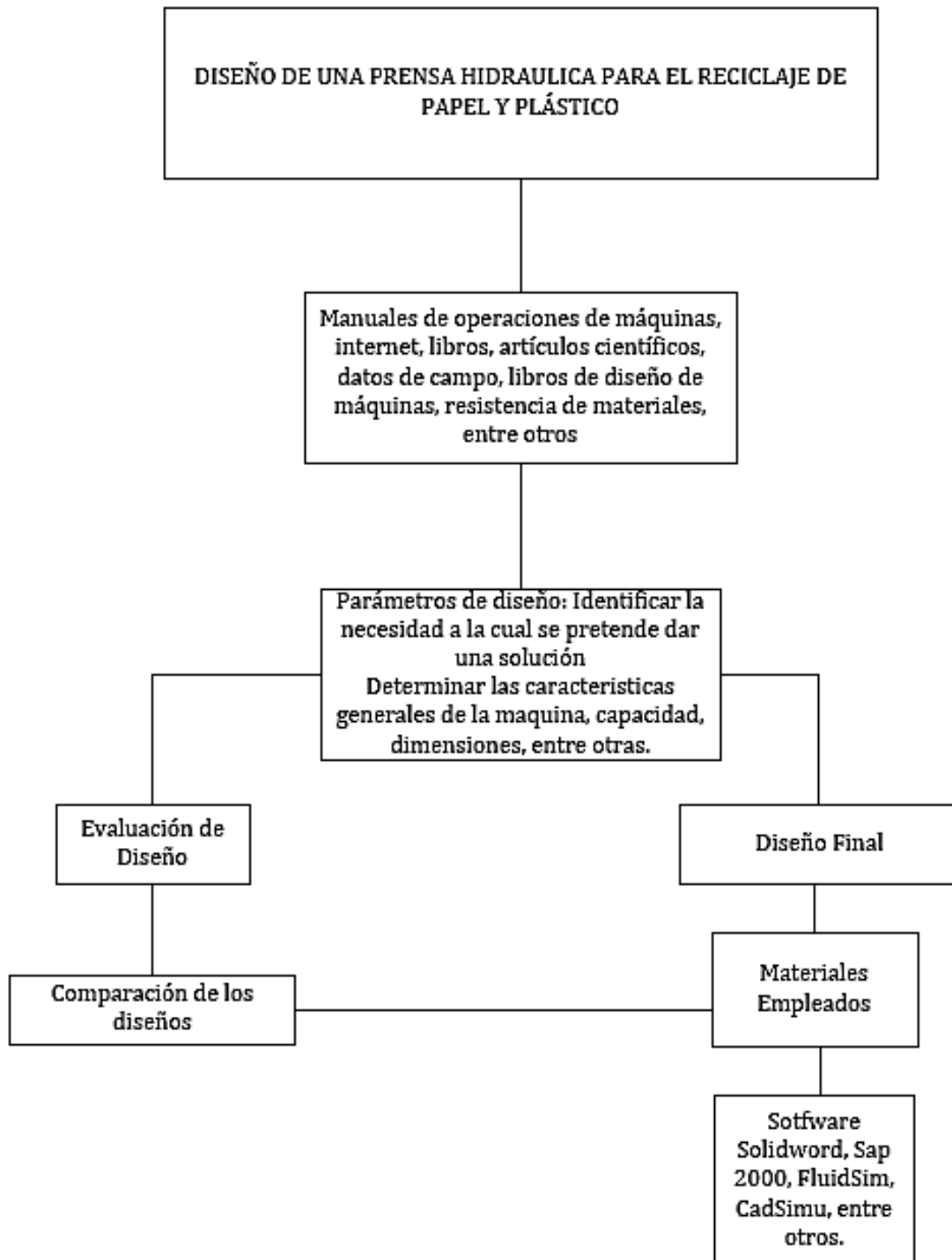
3.6.2.3.Materiales (software)

Tabla 6. Requerimientos de Software

Tipo	Descripción
Software Utilitario	Microsoft Office 2016 • Word • Excel • Power Point • Visio
Software de Diseño	Programa asistido por computador (CAD) 3D SolidWorks Sap 200 Programa Estructural CadeSimu FluidSim

Fuente: Propia

3.7. Esquema del Diseño de la Prensa Hidráulica.



Fuente: Propia

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.Resultados

4.1.1.Resultados esperados

- ✓ Al investigar sobre los procesos de compactación que realizara la prensa hidráulica se puede determinar el diseño óptimo estructural, basándose en los principios de resistencia de materiales para su correcto dimensionamiento.
- ✓ Desarrollar el sistema hidráulico de la máquina analizando los diferentes usos para este tipo de mecanismos utilizando los conocimientos de mecánica de fluidos y turbo máquinas para su correcto funcionamiento.
- ✓ Realizando los diferentes estudios se puede elaborar varios diseños y métodos para el proceso de compactación así determinando el correcto dimensionamiento y análisis estructural mediante software de elementos finitos comparando así los cálculos teóricos con los experimentales.
- ✓ Se realizará planos de la prensa hidráulica con especificaciones de ensamblaje y tipo de juntas para su futura fabricación.
- ✓ Con la respectiva realización de análisis de costo se podrá determinar si la construcción de la prensa hidráulica será factible o caso contrario no se recomendaría dicha construcción.

4.2. Selección de alternativas de diseño

El estudio y análisis de los criterios ponderados permiten determinar e identificar las ventajas, desventajas y bondades que brinda una propuesta para su respectivo diseño

Basado en varios parámetros que se consideran en el diseño de una máquina como son: la facilidad de diseño y manipulación, automática o semiautomática, peso, costos de obtención, tamaño del equipo, facilidad de trasladación entre otras, para elegir la mejor opción que satisfaga las necesidades del usuario.

4.2.1.Alternativas de diseño previo a la selección de la mejor opción.

Para elaborar la investigación se ha propuesto tres alternativas de diseño como son la del mecanismo de tornillo sin fin, la hidráulica, y la neumática, con estas tres propuestas se espera que satisfagan las necesidades de los usuarios en la compactación de papel y plástico.

PRENSA DE TORNILLO SIN FIN

Alternativa “A”

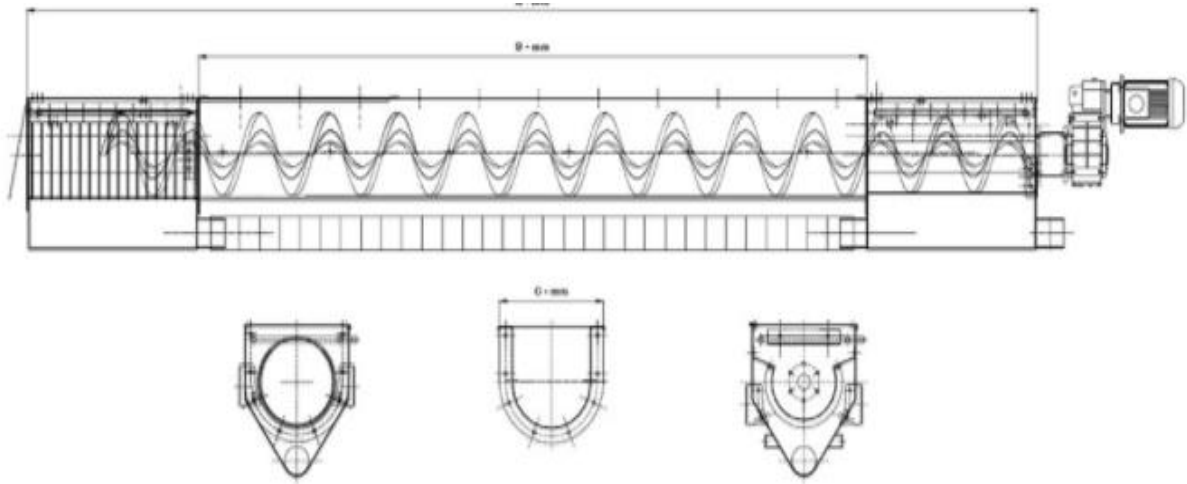


Figura 10. Prensa de tornillo sin fin. [14]

Características Técnicas.

- Longitud: Puede ser cualquiera a solicitud del cliente.
- El sin fin consta de un motor reductor directo con árbol, ensamblado con bridas con posibilidades y montaje tanto en zona de carga como en zona de descarga.
- Potencia de motores desde 1.1 hasta 15Kw que pueden adoptar distintas relaciones de reducción 1:5; 1:20 Dependiendo de las exigencias del cliente.

Descripción.

Esta prensa está diseñada para realizar el transporte de material mediante una espiral basado en el principio de arquímedes. Tiene posibilidades de trabajar en diferentes ángulos tanto horizontal como vertical.

Tiene infinidad de combinaciones ya que este es adaptable a cualquier proceso.

La prensa se pone en funcionamiento a través de un sistema que consta de un motor reductor que le suministra el movimiento al tornillo sin fin, el cual va montado a cojinetes y chumaceras, en dependencia de la longitud del mismo hasta de 50m este tendrá cojinetes

intermedios que funcionaran como puntos de apoyo para evitar flexiones o la distorsión de la espiral del tronillo sin fin, mostrados en el gráfico 8.

Ventajas

- Son compactos (fácil montaje y desmontaje)
- Diseño modular: Fácil instalación. (para reciclaje sencillo)
- Soportes y apoyos simples. (fácil movilidad de sitios)
- Soportan altas temperaturas. (para un fácil manejo de materiales inflamables)
- Fácil hermeticidad. (no permite escape de ningún gas o elemento al medio ambiente)
- Varias zonas de carga y descarga. (muchas maneras de empleo)

Desventajas

- Son de grandes dimensiones (hasta 50m)
- No se puede transportar materiales frágiles, delicados o abrasivos.
- Mayores requerimientos de potencia. (Más consumo de Energía)
- Al quedar resto de materiales transportados con anterioridad existen riesgos de contaminación (no existe un mecanismo de limpieza interna)
- Volumen de material bajo (poca capacidad de compactación)

PRENSA HIDRÁULICA

Alternativa “B”



Figura 11. Prensa hidráulica. [14]

Características Técnicas.

- Consta principalmente de vasos que se comunican. Estos vasos se impulsan por varios pistones que a través de fuerzas pequeñas le permiten al instrumento dar una fuerza mucho mayor que la inicial
- Es de suma importancia conservar óptimas condiciones de la prensa hidráulica, con el fin de evitar cualquier tipo de accidente. El mantenimiento de este tipo de maquinaria es muy importante.

Descripción.

- Genera una gran fuerza con menor fuerza aplicada es una guía esencial del principio de pascal (descripción de prensa hidráulica).
- Normalmente es utilizada en la industria automotriz para compactar papel, plástico, entre otras, utilidades que se le puede adaptar a este tipo de mecanismo hidráulico.
- Mecanismo parecido a la palanca, ya que ambas generan una fuerza mayor ejercida con respecto a la longitud y a la velocidad de desplazamiento que este mecanismo lo requiere.

Ventajas

- Es posible mantener el total de la fuerza a lo largo de la longitud de carrera que contenga este tipo de mecanismo, ya que sin necesidad de hacer cálculos de la presión de tonelaje al principio de la carrera.
- Más capacidad a menos costo
- Menos costo de compra en los materiales mecanismos a emplearse.
- Los elementos de este tipo de maquinaria son reversibles
- Hay pocas piezas en movimiento
- El aceite se adapta a las tuberías y transmite fuerza como si fuera una barra de acero

Desventajas

- La velocidad ya que este mecanismo requiere de un control de fuerza no de velocidad no existe prensa hidráulica que sea tan rápida.
- Se requiere de otra fuerza externa para alimentar la materia prima. El mecanismo de alimentación requiere su propia fuerza, luego tiene que ser integrado con el sistema de control de la prensa.

PRENSA NEUMÁTICA

Alternativa “C”



Figura 12. Prensa neumática [14]

Características Técnicas.

- Permite la rápida preparación de muestras de goma y plástico, Está compuesta de tres partes diafragma, plato de presión y estructura
- De hecho, esta secuencia de montaje se divide en el montaje de cada uno de estos elementos por separado pasando al final de la línea de montaje de la cuba sobre el chasis y a la realización del acople de ambos.

Descripción.

Se caracteriza por estar en una parte superior, la cual se halla atornillado a la base consistente en una placa o tapa inferior del cilindro, atornillada a esta placa-base cuatro columnas que a su vez van igualmente sujetos por sus extremos inferiores a otra placa porta matriz, sobre la que se sitúa la matriz, previo a la revisión de un soporte que esta acoplado ranurado para dar paso a un husillo con el que se regula la altura de trabajo del cilindro.

Ventajas

- Menor acumulación de residuos, resistente a la variación de temperatura. Es seguro, antideflagrante (no existe peligro de explosión ni incendio).
- Los elementos que constituyen un sistema neumático, son simples y de fácil comprensión.
- La velocidad de trabajo es alta.
- Permite invertir fácilmente el sentido de trabajo.
- Tanto la velocidad como las fuerzas son regulables de una manera continua. La neumática resulta útil para esfuerzos que requieran precisión y velocidad.

Desventajas

- Necesita de preparación antes de su utilización
- Debido a la compresibilidad no permite velocidades de los elementos de trabajo
- Los esfuerzos de trabajo son limitados (de 20 a 30000 N)
- Es ruidoso debido a los escapes del aire después de su utilización.
- La construcción de esta y mantenimiento es costosa.
- Es una energía cara que en cierto punto es compensada por el buen rendimiento y la facilidad de implantación o montaje.

4.3.Criterio de diseño.

Tomando la siguiente información establecida se procede a seleccionar la alternativa bajo los siguientes parámetros:

- Fácil manipulación
- Mayor producción
- Tiempo de producción
- Peso del equipo
- Ergonomía en la operación
- Precio

4.3.1. Proceso de ponderación

Tabla 7. Criterios de diseño por su peso específico.

Criterio	Manipulación	Producción	Peso	Ergonomía	Precio	$\Sigma+1$	Ponderada
Manipulación		0,00	0,50	0,50	0,00	2,50	0,13
Producción	1,00		0,00	1,00	0,00	3,50	0,20
Peso	0,50	1,00		1,00	0,00	4,50	0,24
Ergonomía	0,50	0,00	0,50		0,00	2,50	0,13
Precio	1,00	1,00	0,50	1,00		5,50	0,30
					Suma	18,50	1,00

Fuente: Propia

Tabla 8. Criterio de manipulación por su peso específico.

Manipulación	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma+1$	Ponderada
Alternativa A		0,00	0,50	1,50	0,25
Alternativa B	1,00		1,00	3,00	0,50
Alternativa C	0,50	0,00		1,50	0,25
			Suma	6,00	1,00

Fuente: Propia

Tabla 9. Criterio de producción por su peso específico.

Producción	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma+1$	Ponderada
Alternativa A		0,00	0,50	1,50	0,24
Alternativa B	1,00		0,50	2,50	0,38
Alternativa C	1,00	0,50		2,50	0,38
			Suma	6,50	1,00

Fuente: Propia

Tabla 10. Criterio de peso.

Peso	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma+1$	Ponderada
Alternativa A		0,50	0,00	1,50	0,30
Alternativa B	1,00		1,00	2,00	0,40
Alternativa C	1,00	0,50		1,50	0,30
			Suma	5,00	1,00

Fuente: Propia

Tabla 11. Criterio de ergonomía por su peso específico.

Ergonomía	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma+1$	Ponderada
Alternativa A		0,00	0,50	1,50	0,25
Alternativa B	1,00		1,00	3,00	0,50
Alternativa C	0,50	0,00		1,50	0,25
			Suma	6,00	1,00

Fuente: Propia

Tabla 12. Criterio de precio por su peso específico.

Precio	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	$\Sigma+1$	Ponderada
Alternativa A		0,50	0,00	1,50	0,25
Alternativa B	1,00		1,00	3,00	0,50
Alternativa C	0,00	0,50		1,50	0,25
			Suma	6,00	1,00

Fuente: Propia

Tabla 13. Evaluación del peso específico de cada criterio.

Conclusión	Manipulación	Producción	Peso	Ergonomía	Precio	Σ	Prioridad
Alternativa A	0,0325	0,048	0,072	0,0325	0,075	0,25	3,00
Alternativa B	0,065	0,076	0,096	0,065	0,15	0,452	1,00
Alternativa C	0,0325	0,076	0,072	0,0325	0,075	0,288	2,00
					Suma	1,00	

Fuente: Propia

Se elaboró la tabulación y revisión de esta información según el método de ponderación dio como resultado más viable la Alternativa B según el criterio ingenieril propuesto es la mejor elección previo a diseñar ya que este método nos brinda fiabilidad en el proceso, además de una mayor producción respecto a las otras 2 alternativas de diseño este método nos ayuda a verificar los mejores aspectos de cada una de ellas así hacer la respectiva selección de la alternativa viable con respecto a la manipulación, producción, tiempo, peso, ergonomía y costoso. La Alternativa seleccionada es la B, con una ponderación de 0.452 seguida de la alternativa C con una ponderación de 0.288 y por último la alternativa A con una ponderación de 0.25.

4.4.Datos de campo para el diseño de la prensa hidráulica.

Este tema de investigación se centra en la resistencia de estos dos elementos papel y plástico ya que el material más resistente a la compresión es el plástico todos los cálculos y datos obtenidos de campo se basan en el mismo.

Se utilizó un instrumento Hidráulico elaborado por estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería donado al departamento de Operaciones Unitarias con el Fin de obtener la Presión que se requiere para compactar una botella de plástico, ya que este mecanismo contaba con manómetro mecanismo que se utiliza para medir la presión.



Figura 13. Prensa Hidráulica (Operaciones Unitarias) para la obtención de la presión requerida

Fuente: Propia



Figura 14. Adaptación para simular el compactado.

Fuente: Propia



Figura 16. Realizando Compactación.

Fuente: Propia



Figura 15. Peso en lb de 1 Botella de 600cm³

Fuente: Propia



Figura 17. Presión del Manómetro 125psi (Presión necesaria para compactar 1 Botella)

Fuente: Propia



Figura 18. Compactación de botellas culminada.

Fuente: Propia



Figura 19. Toma de datos del área efectiva de compactación de 1 botella

Fuente: Propia

4.5.Residuos plásticos que se pueden reciclar.

4.5.1.Descripción de los materiales que se pueden reciclar

Tereftalato de polietileno (PET)

El PET es uno de los plásticos reciclados más utilizados. Su uso es frecuente en todo tipo de botellas de agua, refrescos y otras bebidas, la mayoría de los envases que contienen líquidos están fabricados con PET.

Polietileno de alta densidad (HDPE)

Este tipo de plástico reciclable es frecuente en envases para lácteos, zumos, champús, perfumes, botes de detergentes líquidos, con este se hacen los envases de productos de limpieza y de bebidas entre otros, así como tapones de botellas o cordel para tender la ropa.

Policloruro de vinilo (PVC)

Plástico muy utilizado para embalar elementos no alimenticios (por su toxicidad), tuberías, aislamiento de cables eléctricos o la fabricación de discos de vinilo. El 68% del policloruro de vinilo que se utiliza es rígido, mientras que el 31 % es flexible.

Polietileno de baja densidad (LDPE)

Se utiliza este tipo de plástico para bolsas de congelación de alimentos, botes exprimibles, tapas flexibles o bolsas de basura. Puede presentarse de diferentes maneras. En formas de láminas planas y tubulares entre otras. Se reutilizan a partir de las bolsas de basuras.

Polipropileno (PP)

Es uno de los plásticos más utilizados en la industria automovilística y en la construcción. Puede encontrarse en carcasas de baterías de coche o en embudos para gasoil. El Polipropileno se utiliza para conformar piezas de electrotecnia, láminas de condensadores, entre otros.

Poliestireno (PS)

Se utiliza en vasos, platos, bandejas o envases de comida para llevar.

4.6. Materiales que se Puede Reciclar

En la siguiente tabla se muestra los plásticos que se pueden reciclar con su resistencia a la compresión, para el estudio de esta investigación se tomara el valor más elevado en la resistencia a la compresión estos datos son proporcionados por la universidad de Barcelona, España, fuente confiable para la realización de este estudio.

Tabla 14. Materiales que se pueden Reciclar.

Nombre	Resistencia a la Compresión
Tereftalato de polietileno (PET)	62.2 - 68.5 MPa
Polietileno de alta densidad (HDPE)	18.6 - 24.8 MPa
Policloruro de vinilo (PVC)	42.5 - 89.6 -MPa
Polietileno de baja densidad (LDPE)	10.8 - 17.4 MPa
Polipropileno (PP)	25.1 - 55.2 MPa
Poliestireno (PS)	31.6 - 61.8 MPa

Fuente: Propia

En la tabla 14, se representa la resistencia a la compresión de los compuestos que se pueden reutilizar y reciclar de estos el policloruro de vinilo (PVC) no será tomado en cuenta ya que este en la actualidad presenta problemas ecológicos debido al cloro presente y a algunos plastificantes empleados en las síntesis del PVC flexible, quiere decir que descartamos al pvc como material reciclable para este estudio.

4.7. Partes de la prensa hidráulica

A continuación, se muestra tabla 15 de las partes más importantes y el diseño de la prensa hidráulica mostrando en ella las partes de la prensa hidráulica a considerar para el diseño el mismo realizado en el software de diseño mecánico SolidWorks, el cuál posteriormente es utilizado para la realización de los planos. (Gráfico 16).

Tabla 15. Partes importantes de una prensa hidráulica.

Partes más importantes de la Prensa Hidráulica
Cilindro Hidráulico
Panel de Control
Ingreso del Material a Compactar
Zona de Compactación
Salida del Material Compactado
Soporte Estructural (Marco Hiperestático)
Bomba Hidráulica

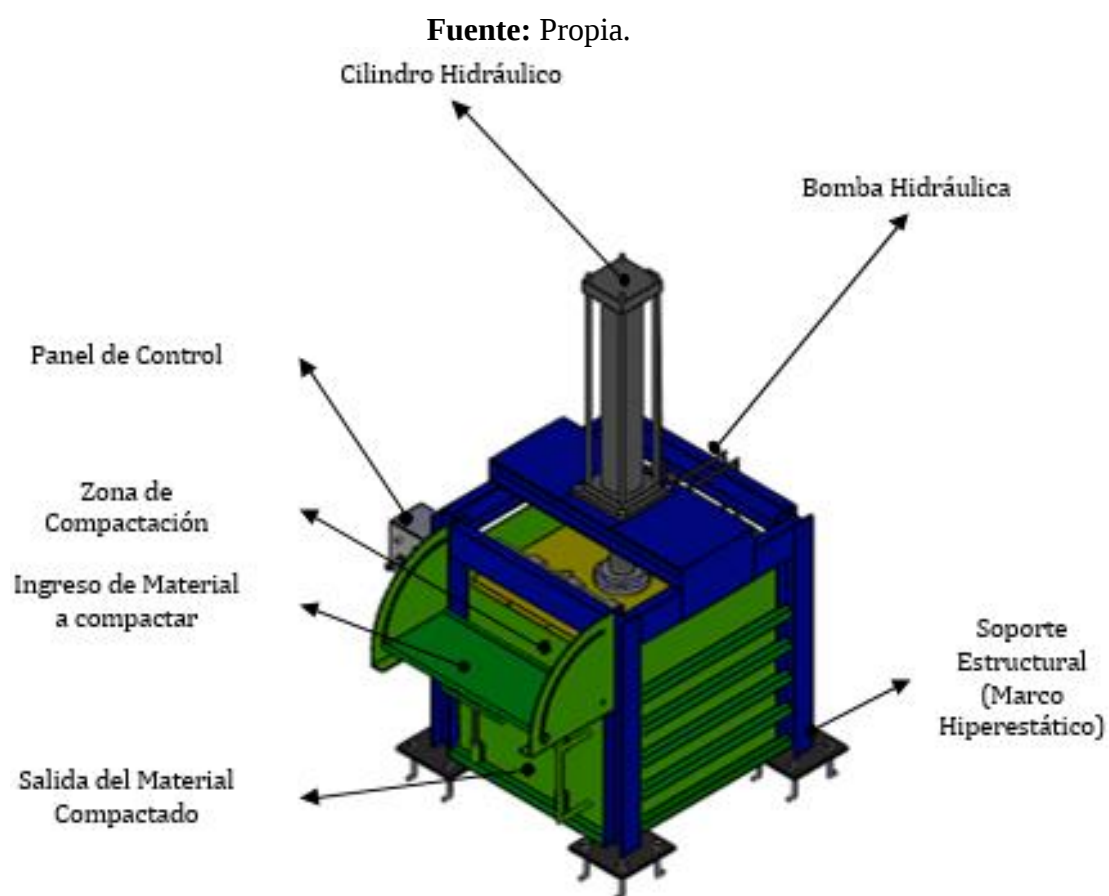


Figura 20. Partes importantes de una prensa hidráulica

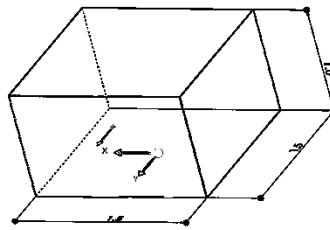
Fuente: Propia

4.8.Cálculos realizados para el diseño de la prensa hidráulica.

Cálculo de número de botellas

Se considera el diseño del volumen de compactación con respecto a la forma y manera de transportarlos por medio de camiones de carga pesada, para un fácil manejo de este se consideró las dimensiones de carga del mismo.

A continuación, el número de botellas aproximadas a compactar por la prensa hidráulica considerando el volumen propuesto.



Fuente: Propia

Datos:

$$L_1 = 1,5m$$

$$L_2 = 1,5m$$

$$L_3 = 1 m$$

Desarrollo:

EC. 1 [6]

$$V_{camara} = l_1 \times l_2 \times l_3$$

$$V_{camara} = 1,5m \times 1,5m \times 1m = 2,25 m^3$$

EC. 2 [6]

$$A_{comp} = l_1 \times l_2$$

$$A_{comp} = 1,5m \times 1,5m = 2,25 m^2$$

$$\text{Volúmen de la botella aprox} = 6 \times 10^{-4} m^3$$

Este cálculo es esencial para determinar cuál será la fuerza de compresión de la compactadora ya que con eso determinamos la fuerza necesaria para el diseño de la prensa hidráulica y así poder determinar el número de cilindros que se necesita para esta compactación.

Datos:

$$V_{\text{cámara}} = 2,25 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{botella}} = 0,0006 \text{ m}^3$$

Desarrollo:

EC. 3 [6]

$$\text{Número de botellas de 1 compactación} = \frac{V_{\text{cámara}}}{V_{\text{Botellas}}}$$

$$\text{Número de botellas de 1 compactación} = \frac{2,25 \text{ m}^3}{0,0006 \text{ m}^3} = 3750 \text{ Botellas}$$

Volumen de 1 botella compactada

El porcentaje que se obtuvo aproximadamente es del 25% de compactación de 1 botella, ya que la botella tiene un volumen de 600 cm^3 , se determina el volumen de compactación de 1 botella utilizando una regla de 3 simple.

Datos:

$$1 \text{ Botella} = 600 \text{ cm}^3 = 6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\text{Porcentaje de compactación} = 25\%$$

Desarrollo:

$$\frac{6 \times 10^{-4} \text{ m}^3}{x} = \frac{100 \%}{25\%}$$

$$x = \frac{25 \% \times (6 \times 10^{-4} \text{ m}^3)}{100\%}$$

$$V_{1\text{Bot Comp}} = 1,5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Se determina que el número de botellas en la camara será de:

$$\text{Número de botellas total en la camara} = \frac{V_{camara}}{V_{1 Bot Comp}}$$

$$\text{Número de botellas total en la camara} = \frac{2,25 m^3}{1,5 \times 10^{-4} m^3}$$

$$\text{Número de botellas total en la camara} = 15000 \text{ Botellas}$$

Calculo del volumen y la altura de compactación de 3750 botellas

Teniendo en cuenta que nuestro volumen de 1 botella ya compactada es de $1,5 \times 10^{-4} m^3$ se determina mediante regla de 3 simple el volumen de compactación de las 3750

Datos:

$$V_{1 Bot Comp} = 1,55 \times 10^{-4} m^3$$

$$\text{Número de Botellas} = 3750$$

Desarrollo:

$$\frac{1 \text{ botella}}{3750 \text{ botellas}} = \frac{1,5 \times 10^{-4} m^3}{x}$$

$$x = \frac{1,5 \times 10^{-4} m^3 (3750 \text{ botellas})}{1}$$

$$V_{3750 Bot Comp} = 0,56 m^3$$

La altura se la determina con el volumen de la camara, tomando en cuenta el área donde se va a compactar las botellas no varía, la longitud de compactación de las 3750 botellas

Datos:

$$L_1 = 1,5m$$

$$L_2 = 1,5m$$

$$L_3 = h = \text{altura}$$

$$V_{camara} = 0,56 m^3$$

Desarrollo:

$$V_{camara} = l_1 \times l_2 \times l_3$$

$$0,56 \text{ m}^3 = 1,5\text{m} \times 1,5\text{m} \times h$$

$$h = \frac{0,56 \text{ m}^3}{1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}}$$

$$h = 0,25 \text{ m}$$

Si la Longitud de la Camara es de 1 m hubo un desplazamiento del material compactado de 0,75 m obteniendo así un %de compactación del 25 % con 3750 Botellas

Determinación del número de pasadas para la compactación total

Se determinará el número de pasadas por la compactación total para 1 compactación ejercida por la prensa hidráulica.

$$\text{Número de pasadas} = \frac{\text{Número de botellas total en la camara}}{\text{Número de botellas de 1 compactación}}$$

$$\text{Número de pasadas} = \frac{15000 \text{ Botellas}}{3500 \text{ Botellas}}$$

$$\text{Número de pasadas} = 4$$

Peso de la compactación de 3750 botellas

Se determinó el peso de 1 botella ver **gráfico 13**, dando como resultado que el peso de 1 botella de 600cm³ es de 0,040 lb eso es equivalente a 0,018 kg entonces se lo realizo utilizando una regla de 3 simple teniendo en cuenta que el primer resultado de compactación es de 3750 botellas en un volumen de 0,56m³:

Datos:

$$\text{Masa} = m = 0,040 \text{ lb} = 0,018 \text{ kg}$$

$$\text{Número de botellas} = 3750 \text{ Botellas}$$

Desarrollo:

$$\frac{1 \text{ botella}}{3750 \text{ botellas}} = \frac{0,018 \text{ kg}}{x}$$

$$x = \frac{0,018 \text{ kg} (3750 \text{ botellas})}{1}$$

$$\text{masa}_{3750} = 68,03 \text{ kg}$$

Peso total del bloque compactado**Datos:**

$$\text{Masa} = m = 0,040 \text{ lb} = 0,018 \text{ kg}$$

Desarrollo:

$$\frac{1 \text{ botella}}{15000 \text{ botellas}} = \frac{0,018 \text{ kg}}{x}$$

$$x = \frac{0,018 \text{ kg} (15000 \text{ botellas})}{1}$$

$$\text{masa}_{15000} = 270 \text{ kg}$$

Determinando el peso total del bloque de volumen $2,25 \text{ m}^3$ correspondiente a la cámara de compactación. Este será un dato relevante en la ficha técnica de la prensa hidráulica.

Calculo del área efectiva de compactación de una botella.

Con este cálculo se determinó el área de contacto total de la compresión de 1 botella ejercida por la presión de la prensa hidráulica utilizando una herramienta de medición se obtuvo que el diámetro externo del pico de una botella es de $0,025 \text{ m}$ y el diámetro interno de $0,021 \text{ m}$, ver Figura 17.

Datos

$$\phi_1 = 0,025 \text{ m}$$

$$\phi_2 = 0,021 \text{ m}$$

Desarrollo:**EC. 4 [6]**

$$A_{\text{mayor}} = \frac{\pi \phi_1^2}{4}$$

$$A_{\text{mayor}} = \frac{\pi(0,025\text{m})^2}{4}$$

$$A_{\text{mayor}} = 4,9 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$A_{\text{menor}} = \frac{\pi \phi_2^2}{4}$$

$$A_{\text{menor}} = \frac{\pi(0,021\text{m})^2}{4}$$

$$A_{\text{mayor}} = 3,46 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

Donde:**EC. 5 [6]**

$$A_{\text{efectiva}} = A_{\text{mayor}} - A_{\text{menor}}$$

$$A_{\text{efectiva}} = 4,9 \times 10^{-4}\text{m}^2 - 3,46 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

$$A_{\text{efectiva}} = 1,44 \times 10^{-4}\text{m}^2$$

Cálculo de la fuerza ejercida por la gata hidráulica para compactar 1 botella

Se establece la siguiente ecuación para el cálculo de la fuerza ejercida por la gata ya que esta se obtiene tomando datos experimentales, el dato del radio del vástago es de 0,07m. Obteniendo este dato se puede realizar el cálculo de la fuerza ejercida por la gata para compactar 1 botella. Donde los valores mostrados se obtienen de la Figura 15

Datos:

La presión se obtuvo de la medición de una botella comprimida

$$P_{\text{manómetro}} = 125 \text{ psi}; 0,86 \text{ MPa}$$

$$r_{vástago} = 0,07 \text{ m}$$

Desarrollo:

EC. 6 [6]

$$F_{Gata} = P_{manómetro} \times A_{vástago}$$

EC. 7 [6]

$$A_{vástago} = \pi r^2$$

$$A_{vástago} = \pi (0,07\text{m})^2$$

$$A_{vástago} = 1,53 \times 10^{-2} \text{ m}^2$$

Fuerza de compactación para 1 botella:

La fuerza ejercida para compactar una botella se determina mediante el reemplazo del área efectiva y de la presión obtenida mediante medición ver **Gráfico 15**.

Datos:

$$P_{manómetro} = 0,86 \text{ MPa}$$

$$A_{efectiva} = 1,44 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Desarrollo:

EC. 8 [15]

$$P_{manómetro} = \frac{F_{compactación}}{A_{efectiva}}$$

$$F_{compactación} = P_{manómetro} \times A_{efectiva}$$

$$F_{compactación} = 0,86 \text{ MPa}(1,44 \times 10^{-4} \text{ m}^2)$$

$$F_{compactación} = 123,84 \text{ N} = 0,12 \text{ kN}$$

Cálculo de la fuerza para compactar 3750 Botellas

Fuerza para compactar las 3750 Botellas:

$$F_{compactación} = 123,84 \text{ N} \times 3750 \text{ Botellas}$$

$$F_{compactación} = 464400 \text{ N} = 464,4 \text{ kN}$$

Teniendo en cuenta que la fuerza a la cual se va a compactar 3750 botellas es de 464,4kN transformando a toneladas el cilindro hidráulico será de 46,60 toneladas, ya que en el sector actual y por los proveedores no hay de este valor de fuerza se utilizará un cilindro hidráulico de 50 Ton

Calculo del área total de compactación por todo el número de botellas

Sirve para determinar el área total de compactación para todo el número de botellas que va a compactar la prensa hidráulica.

Datos:

$$A_{efectiva} = 1,44 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Número de botellas} = 3750$$

EC. 9 [3]

$$A_{TcompB} = A_{efectiva} \times \text{Número de botellas}$$

$$A_{TcompB} = 1,44 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 3750$$

$$A_{tcompB} = 0,54 \text{ m}^2$$

Calculo de la presión necesaria para compactar 3750 Botellas

El diámetro del pistón es proporcionado por el proveedor y es de 0,25 m, con este dato se procede a calcular el área del pistón y posteriormente a que presión está trabajando el cilindro hidráulico de doble efecto.

Datos:

$$\varnothing = 0,25 \text{ m}$$

EC. 10 [16]

$$P_{cilindro H} = \frac{F_{compactación}}{A_{Piston}}$$

EC. 11 [16]

$$A_{Piston} = \pi \times r^2$$

$$r = \frac{\emptyset}{2}$$

Donde:

$$r = \frac{0,25m}{2}$$

$$r = 0,125 \text{ m}$$

Entonces:

$$A_{Piston} = 0,0490m^2$$

Así se obtiene la presión de:

EC. 12. [16]

$$P_{cilindro\ H} = \frac{464400\ N}{0,0490\ m^2}$$

$$P_{cilindro\ H} = 9460679,11\ Pa = 9,4MPa = 1363\ psi$$

Por catálogo de proveedor se va a trabajar con una presión de 3000 psi intuyendo un factor de seguridad de N=2

Determinación del cilindro hidráulico

Es necesario determinar cuáles son las capacidades del cilindro hidráulico teniendo en cuenta la fuerza de compactación a la cual la prensa hidráulica estará trabajando idealmente sobre la paca de botellas de plástico.

La presión total de compactación debe estar relacionado con la resistencia a la compactación del PET (**Tabla 14**), así como la fuerza de compactación.

Por catálogo de los proveedores se encuentra de diámetro de pistón = 0,26 m con un diámetro de vástago =0,18m con una fuerza de 50 Ton y una Presión de 3000 psi

A continuación, se especificará los datos más relevantes del cilindro hidráulico

Tabla 16. Especificaciones del cilindro hidráulico

Especificaciones del cilindro hidráulico	Unidad
Fuerza de Prensado (Ton)	50
Recorrido (mm)	1500
Presión máxima del cilindro (psi) (Mpa)	3000 ; 20,68
Presión de trabajo (psi)(Mpa)	1363 psi ; 9,4
Diámetro de pistón (mm)	250
Diámetro de vástago (mm)	180
Dimensiones (mm)	2200 x 450 x 450
Número de Pasadas	4

Fuente: Propia

4.9.Cálculo estructural

4.9.1.Cálculo teórico.

El cálculo estructural es necesario para determinar los materiales adecuados para que este no sufra una flexión, torsión, entre otros, fenómenos la prensa hidráulica. La resistencia de materiales es esencial. El modo de cálculo será el siguiente se considera y se modela un marco hiperestático donde la fuerza de compactación es de 464 ,4 kN.

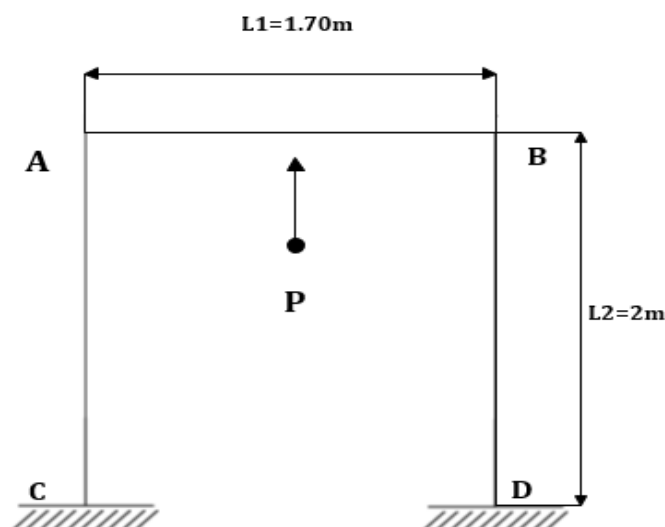


Figura 21. Marco Hiperestático

Fuente: Propia

Descomponiendo la Estructura:

Ya que este tema de investigación se trata sobre el diseño de una prensa hidráulica se empieza dando en detalle un marco hiperestático y se procede a descomponer el marco en 3 partes iguales ya que este marco estructural es simétrico. El Punto AB es igual al punto CD y sus fuerzas y momentos son iguales con signo contrario, este procedimiento es necesario para hallar los momentos y resolver este tipo de marco hiperestático que en un principio por la Sumatoria de fuerzas y sumatoria de momentos no se puede determinar. También se hará la respectiva comprobación de esta estructura mediante el software estructural Sap2000. Antes de proceder a la descomposición del marco hiperestático se empezará diseñando la estructura de la prensa hidráulica desde el soporte donde estará ubicado el cilindro hidráulico de doble efecto que irá en la parte superior del marco hiperestático. Se calculará los momentos flectores, la deformación máxima, los cortantes.

Con el momento máximo de la viga se procederá a seleccionar el perfil correspondiente teniendo en cuenta que el esfuerzo a la fluencia del acero ASTM A-36 es de 36 ksi, se considerará un factor de seguridad de $N = 2$.

Datos:

σ_{A36} : Esfuerzo a la tensión del acero

S_y : Esfuerzo a la fluencia del A36 = 36ksi

N : Factor de seguridad comunmente 2

Desarrollo:

EC. 13 [16]

$$\sigma_{A36} = \frac{S_y}{N}$$

$$\sigma_{A36} = \frac{36ksi}{2}$$

$$\sigma_{A36} = 18 ksi$$

Este dato será de suma importancia para la selección del perfil adecuado. A continuación, se tomará como referencia para el cálculo manual de la estructura el prontuario de Anejo.

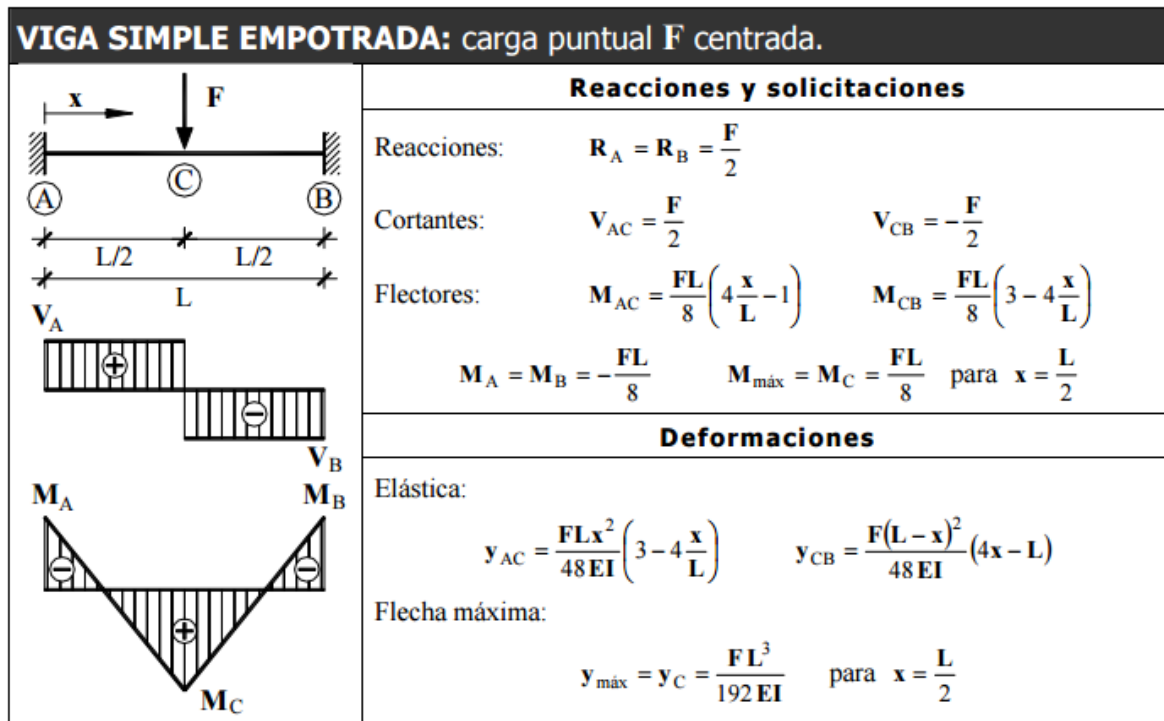


Figura 22. Prontuario de Vigas [17]

Fuente: Propia

Se toma coma referencia el prontuario de vigas en este caso la fuerza que se tomará será de 464400N como serán 2 soportes de perfiles estructurales que irán conectados al marco hiperestático esta fuerza se dividirá entre 2.

El prontuario de vigas esta con una carga puntual hacia abajo debido a que el cilindro hidráulico está en la parte superior y este ejerce una fuerza de compactación hacia abajo la fuerza que reacciona a esta será hacia arriba ya que el plástico tiende a tener una reacción opuesta a la producida por el cilindro hidráulico.

Datos:

$$F = 232200N$$

$$L = 1,7 m$$

Desarrollo:

Esquema:

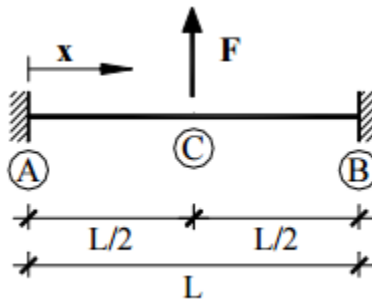


Figura 23. Esquema cortante del soporte estructural

Fuente: Propia

Reacciones

EC. 14 [17]

$$Ra = Rb = F/2$$

$$Ra = Rb = \frac{232200N}{2}$$

$$Ra = Rb = 116100 N$$

Cortantes:

EC. 15 [17]

$$Va = -\frac{F}{2}$$

$$V_a = -\frac{232200N}{2}$$

$$V_a = 116100N$$

EC. 16 [17]

$$Vb = \frac{F}{2}$$

$$Vb = \frac{232200N}{2}$$

$$Vb = 116100N$$

Esquema del Cortante:

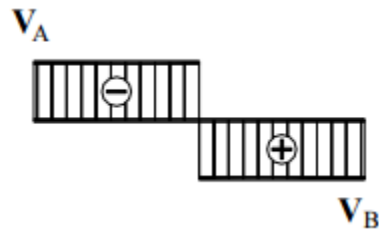


Figura 24. Diagrama de cortante del soporte

Fuente = Propia

Momentos:

EC. 17 [17]

$$Ma = Mb = \frac{FL}{8}$$

$$Ma = Mb = \frac{116100 N (1.7m)}{8}$$

$$Ma = Mb = 49342,5 Nm$$

EC. 18 [17]

$$Mc = -\frac{FL}{8}$$

$$M_C = -49342,5 \text{ Nm}$$

Esquema del Momento:

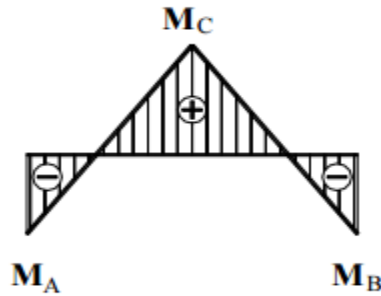


Figura 25. Diagrama del momento flector del soporte

Fuente: Propia

Se halla el módulo de sección de la Viga utilizando el momento máximo de la viga entre el esfuerzo a la tensión del acero.

Datos:

$$M_{\text{máx}} = 49342,5 \text{ N.m}$$

$$\sigma_{A36} = 18 \text{ ksi} = 124,1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Desarrollo:

EC. 19 [6]

$$S_{xx} = \frac{M_{\text{máx}}}{\sigma_{A36}}$$

$$S_{xx} = \frac{49342,5 \text{ Nm}}{124,1 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$S_{xx} = 3,97 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 397,60 \text{ cm}^3$$

Se selecciona el perfil HEB 180 ya que tiene un módulo de sección de 426 cm³ Se procede a calcular la deflexión máxima de la viga teniendo en cuenta que el módulo de elasticidad del acero astm a-36 es de 200 GPa y el momento de inercia en la sección y = 1360 cm⁴.

Datos:

$$F = 232200$$

$$L = 1,7 \text{ m}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$I = 1360 \text{ cm}^4$$

Desarrollo:

EC. 20 [17]

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{FL^3}{192EI}$$

$$y_{m\acute{a}x} = \frac{232200N(1,7m)^3}{192(200 \times 10^9N/m^2)(1360cm^4 \times \frac{1 \text{ m}^4}{(100 \text{ cm})^4})}$$

$$y_{m\acute{a}x} = 2,18 \times 10^{-3}m = 2,18 \text{ mm}$$

Obteniendo estos datos se procederá a diseñar la viga con la nomenclatura antes expuesta para la respectiva simulación en el software sap2000 para comparar los datos obtenidos.

Diagrama de cortante:

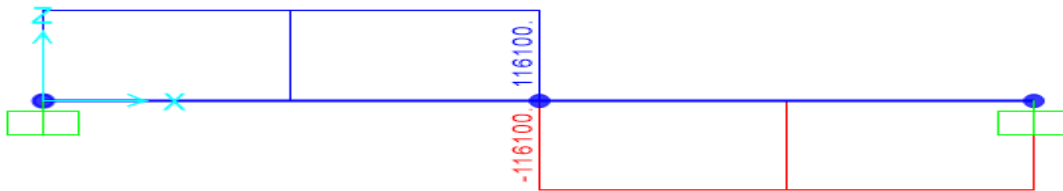


Figura 26. Diagrama de Cortante utilizando Sap 2000

Fuente: Propia

Diagrama de Momento

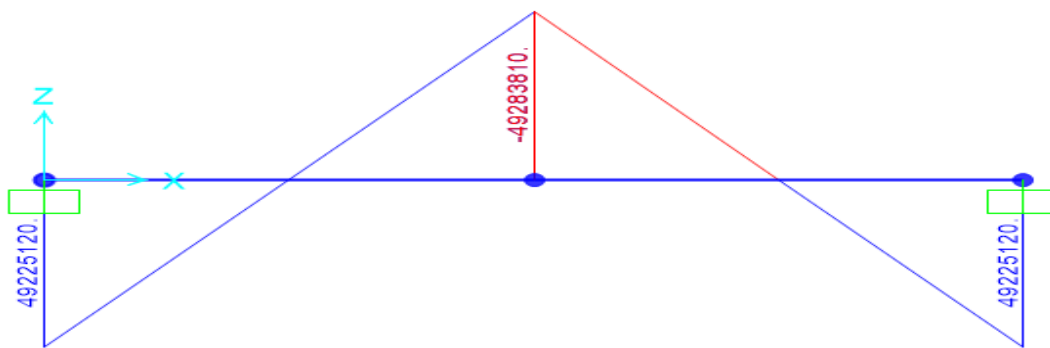


Figura 27. Diagrama de momento utilizando Sap 2000

Fuente: Propia

Deflexión máxima

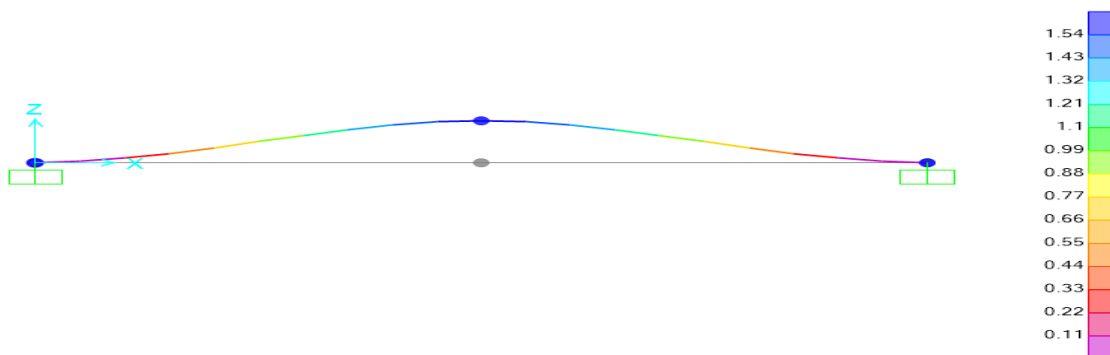


Figura 28. Deflexión máxima utilizando Sap 2000

Fuente: Propia

Factor de Seguridad

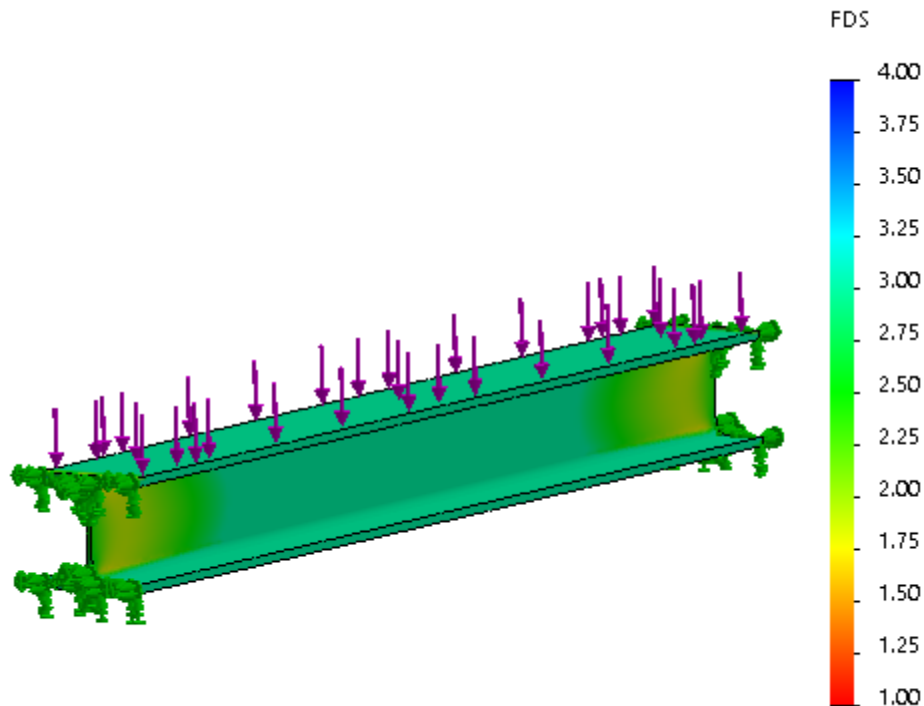


Figura 29. Simulación del Factor de Seguridad utilizando Solidworks.

Fuente: Propia.

En la figura 28 se puede observar que la deflexión es de 1,54 mm. Se procederá a estructural el marco hiperestático calculando la viga de la parte superior considerando las nuevas fuerzas ejercidas en esta.

El marco hiperestático por fin de construcción y simetría se considera que tiene una distancia entre fuerzas de 400 mm = 0,4 m con una longitud de 1,735 m para ser exactos.

Datos:

$$F = 232200N$$

$$L = 1,735 m$$

$$a = 667,5 mm = 0,6775 m$$

Desarrollo:

Esquema:

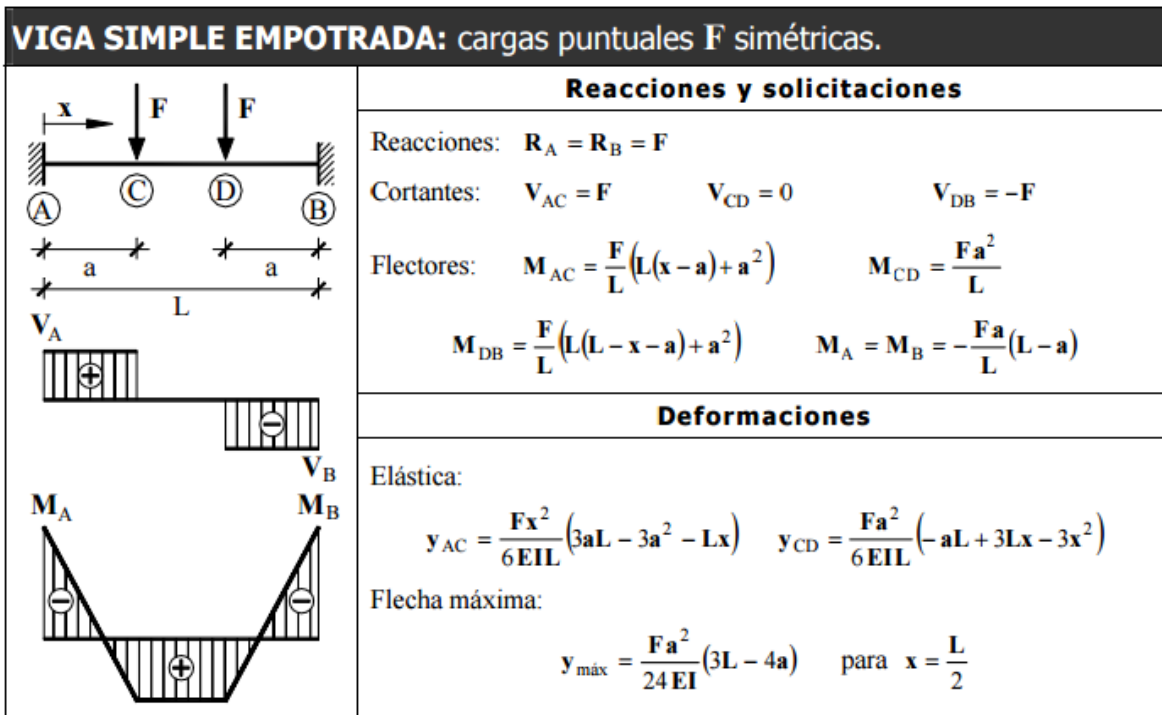


Figura 30. Esquema de Diagramas de cortantes y flectores [17]

Fuente: Propia

Reacciones

EC. 21 [17]

$$Ra = Rb = F$$

$$Ra = Rb = 116100 \text{ N}$$

Cortantes:

EC. 22 [17]

$$Va = F$$

$$Va = 116100 \text{ N}$$

EC. 23 [17]

$$Vb = F$$

$$Vb = 116100 \text{ N}$$

Esquema del Cortante:

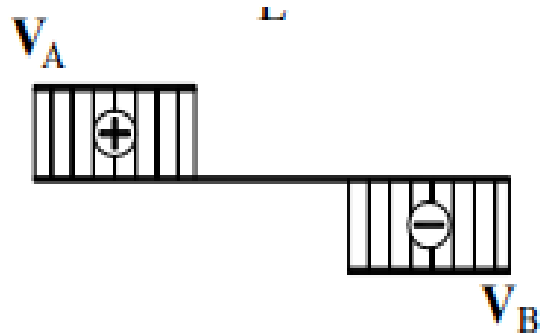


Figura 31. Diagrama de cortante [17]

Momentos:

EC. 24 [17]

$$Ma = Mb = -\frac{Fa}{2}$$

$$Ma = Mb = -\frac{116100 \text{ N} (0,6675\text{m})}{2}$$

$$Ma = Mb = -38748,375 \text{ Nm}$$

EC. 25 [17]

$$Mc = \frac{FL}{2}$$

$$Mc = 38748,37 \text{ Nm}$$

Esquema del Momento:

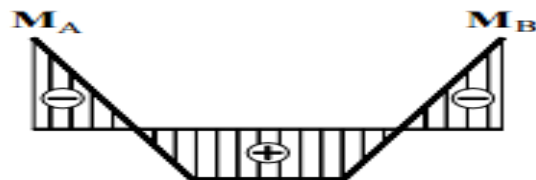


Figura 32. Diagrama de Momento del Marco Hiperestático. [17]

Se halla el módulo de sección de la Viga utilizando el momento máximo de la viga entre el esfuerzo a la tensión del acero.

Datos:

$$M_{max} = 49342,5 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{max} = 18 \text{ ksi} = 124,1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

Desarrollo:

EC. 26 [6]

$$S_{xx} = \frac{M_{max}}{\sigma_{A36}}$$

$$S_{xx} = \frac{38748,37 \text{ Nm}}{124,1 \times 10^6 \text{ N/m}^2}$$

$$S_{xx} = 3,122 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 312,23 \text{ cm}^3$$

Se selecciona el perfil UPN 260 ya que tiene un módulo de sección de 371 cm³. Se procede a calcular la deflexión máxima de la viga teniendo en cuenta que el módulo de elasticidad del acero astm a-36 es de 200 GPa y el momento de inercia en la sección y = 317 cm⁴.

Datos:

$$F = 116100 \text{ N}$$

$$L = 1,735 \text{ m}$$

$$a = 0,6675 \text{ m}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$I = 317 \text{ cm}^4$$

Desarrollo:

EC. 27 [17]

$$y_{max} = \frac{Fa^2(3L - 4a)}{48EI}$$

$$y_{max} = \frac{116100 \text{ N} (0,6675 \text{ m})^2 (3(1,735 \text{ m}) - 4(0,6675 \text{ m}))}{48(200 \times 10^9 \text{ N/m}^2)(317 \text{ cm}^4 \times \frac{1 \text{ m}^4}{(100 \text{ cm})^4})}$$

$$y_{max} = 4,30 \times 10^{-3} \text{ m} = 4,3 \text{ mm}$$

Obteniendo estos datos se procederá a diseñar la viga con la nomenclatura antes expuesta para la respectiva simulación en el software sap2000 para comparar los datos obtenidos.

Diagrama de cortante:

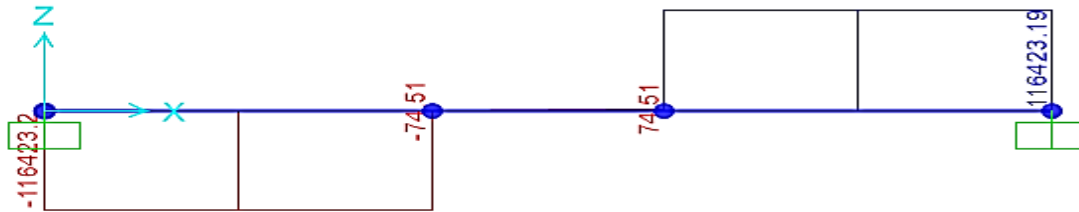


Figura 33. Diagrama de cortante de la viga utilizando el Sap 2000

Fuente: Propia.

Diagrama de Momento:

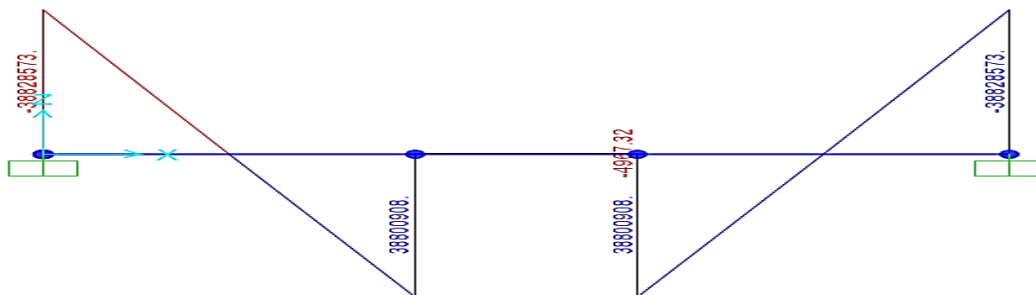


Figura 34. Diagrama de momento de la viga utilizando Sap 2000.

Fuente: Propia.

Deflexión máxima:

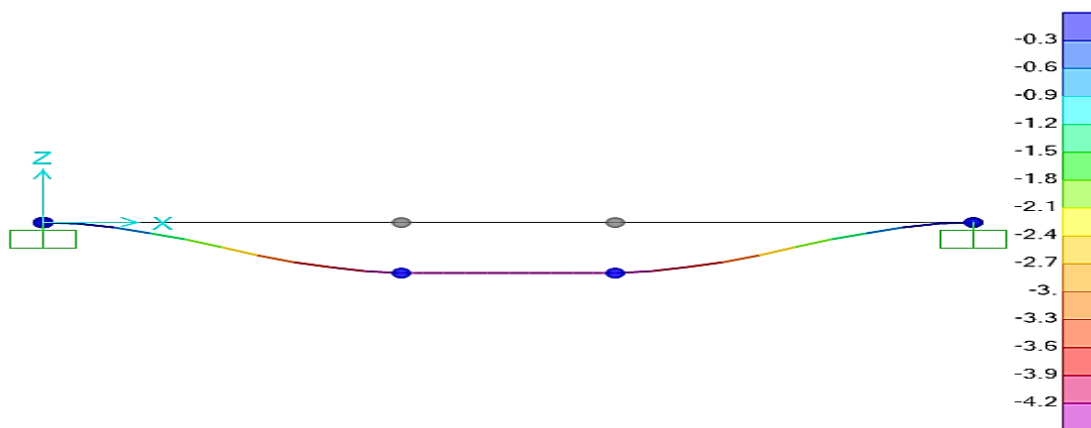


Figura 35. Simulación de la deflexión máxima de la viga utilizando Sap 2000.

Fuente: Propia

Factor de seguridad

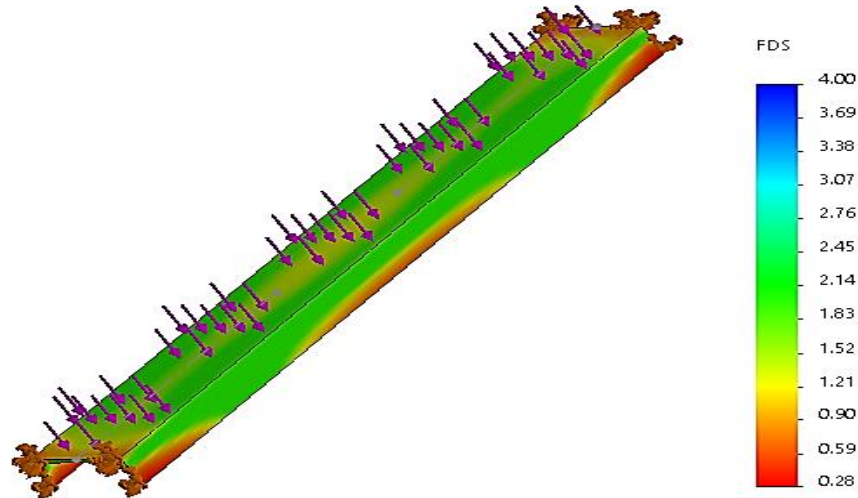


Figura 36. Simulación del factor de seguridad de la viga utilizando Solidworks

Fuente: Propia.

Cálculo de Columnas

Se utilizará como referencia el libro de Roberth Mort de resistencia de materiales en el diseño de columna del marco de la prensa hidráulica.

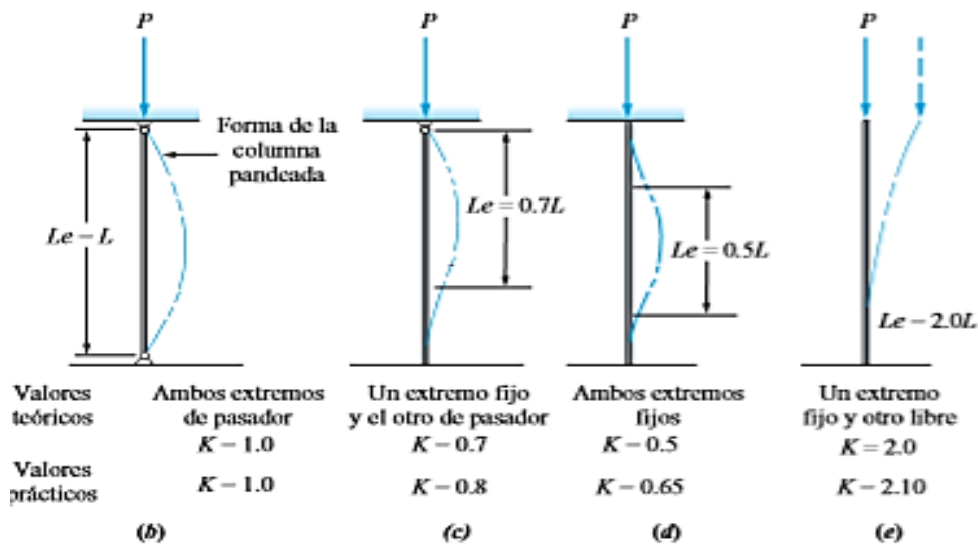


Figura 37. Tipo de conexiones para el diseño de una columna. [6]

Se determinó el factor de fijación de los extremos K, comparando la forma de conexión de la columna a sus apoyos con utilizando el gráfico 35.

Datos:

$$L = 2m$$

$$K = 0,65$$

Desarrollo:

EC. 28 [6]

$$L_e = KL$$

$$L_e = 0,65 (2m)$$

$$L_e = 1,3 m$$

Con el fin de realizar el estudio se especificó que el momento de inercia y el área serán de una HEB 180, para determinar el radio de giro de la sección transversal

Datos:

$$I = 1360 cm^4$$

$$A = 65,30 cm^2$$

Desarrollo:

EC. 29 [6]

$$r_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$$

$$r_{min} = \sqrt{\frac{1360 cm^4}{65,30 cm^2}}$$

$$r_{min} = 4,56 cm = 0,045 m$$

Se procede a calcular la relación de esbeltez máxima para proceder al cálculo de la carga crítica que puede soportar la columna.

Datos:

$$L_e = 1,3 \text{ m}$$

$$r_{min} = 4,56 \text{ cm} = 0,045 \text{ m}$$

Desarrollo:

EC. 30 [6]

$$SR_{m\acute{a}x} = \frac{L_e}{r_{min}}$$

$$SR_{m\acute{a}x} = \frac{1,3 \text{ m}}{0,045 \text{ m}}$$

$$SR_{m\acute{a}x} = 28,48$$

Con el m3dulo de elasticidad y la resistencia a la cedencia sy del material, se calcula la constante de la columna.

Datos:

$$S_y = 248 \text{ MPa}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

Desarrollo:

EC. 31 [6]

$$c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 \left(200 \times \frac{10^9 \text{ N}}{\text{m}^2} \right)}{\left(248 \times \frac{10^6 \text{ N}}{\text{m}^2} \right)}}$$

$$Cc = 126,16$$

Si el SR es menor que la constante de la columna se utiliza la f3rmla de Jhonson para el c3lculo de la carga de pandeo cr3tica.

Datos:

$$S_y = 248 \text{ MPa}$$

$$E = 200 \text{ GPa}$$

$$SR_{\text{máx}} = 28,48$$

$$A = 65,30 \text{ cm}^2$$

Desarrollo:

EC. 32 [6]

$$P_{cr} = AS_y \left(1 - \frac{S_y SR}{4\pi^2 E} \right)$$

$$P_{cr} = \left(65,30 \text{ cm}^2 \times \frac{1 \text{ m}^2}{(100 \text{ cm})^2} \right) \left(248 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) \left[1 - \frac{\left(248 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right) (28,48)^2}{4\pi^2 \left(200 \times \frac{10^9 \text{ N}}{\text{m}^2} \right)} \right]$$

$$P_{cr} = 1578182,132 \text{ N}$$

Se obtiene como resultado que la carga de pandeo crítica es de 1578182,13 N teniendo en consideración que las columnas van a estar sometidas a una carga de como generación de la carga que se va a soportar es de 464400 N, se procederá a obtener el Factor de Seguridad.

Datos:

$$P_{cr} = 1578182,132 \text{ N}$$

$$P_{adm} = 464400 \text{ N}$$

Desarrollo:

EC. 33 [6]

$$P_{adm} = \frac{P_{cr}}{N}$$

$$N = \frac{P_{cr}}{P_{adm}}$$

$$N = \frac{1578182,132 \text{ N}}{464400 \text{ N}}$$

$$N = 3,39$$

A continuación, se procederá a simular la columna en el programa de elementos finitos Solidworks.

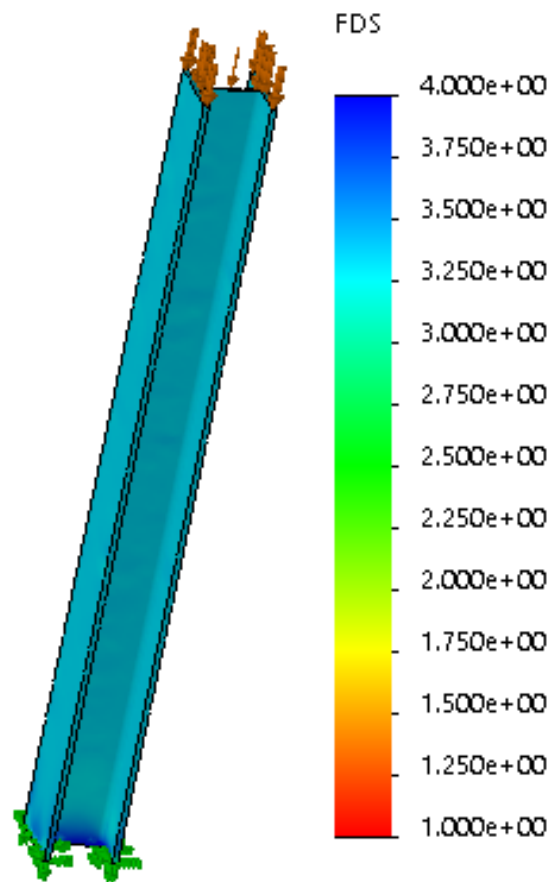


Figura 38. Simulación del factor de seguridad de la columna.

Fuente: Propia

4.9.2.Comparación de dato Teórico y Experimental del Cálculo Estructural.

Se basa en una operación matemática que da a conocer la diferencia entre un valor teórico a uno experimental ya que para poder saber el porcentaje de error de esta comparación se requiere saber los dos valores a calcular de la muestra ya tomada, se tomara un dato relevante para el diseño como la deformación máxima de la viga.

Fórmula a Utilizar:

EC. 34 [6]

$$\%error = \frac{|teórico - experimental|}{experimental} \times 100$$

Datos:

Teórico:

$$y_{m\acute{a}x} = 2,18 \times 10^{-3}m = 2,18 \text{ mm}$$

Experimental:

$$y_{m\acute{a}x} = 1,94 \text{ mm}$$

Desarrollo:

$$\%error = \frac{|teórico - experimental|}{experimental} \times 100$$

$$\%error = \frac{|2,1 - 1,9|}{1,94} \times 100$$

$$\%error = 0,10\%$$

4.10.Sistema Hidráulico de la Prensa

Teniendo en consideración la Presión total de Compactación que es de 537.2 psi con un área total de compactación de 0.054 m² teniendo así una Fuerza de: 200 kN.

Como dato ya calculado tenemos que el diámetro del cilindro sería de 0.2622 m

Calculando la Velocidad de Salida se considera un flujo de 18.75 dm³/min (5 galones por minuto)

Datos:

$$Q = 18,75 \text{ dm}^3/\text{min}$$

$$A_{tcom} = 0,05 \text{ m}^2$$

Desarrollo:

EC. 35 [6]

$$V_{sal} = \frac{Q}{A}$$

$$V_{sal} = \frac{18,75 \frac{dm^3}{min}}{0,05 m^2}$$

$$V_{sal} = 0,375 \frac{m}{min}$$

4.10.1.Potencia Necesaria del Motor

Se necesita establecer la presión del Motor con la siguiente fórmula:

Datos:

$$p = 9,4 MPa$$

$$Q = 18,75 \frac{dm^3}{min}$$

EC. 36 [6]

$$P = p \times Q$$

$$P = 9,4 MPa \times \frac{18,75 \frac{dm^3}{min}}{60}$$

$$P = 2,93 Kw$$

Al contar con una unidad de potencia de 5 Hp con 3,72kW, no se establece como una consecuencia considerando que tiene una eficiencia del 78 por ciento realizado en el cálculo siguiente:

Datos:

$$P_{ent} = 2,93 Kw$$

$$P_{sal} = 3,72Kw$$

EC. 37 [6]

$$\eta = \frac{P_{sal}}{P_{ent}}$$

$$\eta = 78 \%$$

Debido a que la Presión que se maneja para este Diseño de Prensa Hidráulica no es superior a los 1.500 MPa, no se requiere cálculos de compresibilidad del aceite. La caída de presión de este sistema no debe estar por menos de los 4 bar, ya que considerando tiene una válvula de 4/3 tiene 4 conexiones únicamente.

4.10.2. Tanque Hidráulico.

En este
el tanque

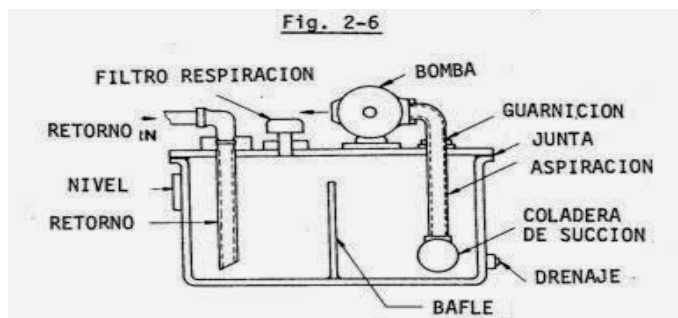


gráfico se muestra
hidráulico ideal.

Figura 39. Tanque Hidráulico [14]

En este se presentan accesorios principales e indispensable que contiene este almacenamiento de aceite que es:

- ✓ Filtro de llenado
- ✓ 2 sellos
- ✓ Ducto de drenaje
- ✓ Tapa para la limpieza y mantenimiento
- ✓ Mampara para el retorno y sujeción del aceite
- ✓ Medidor de nivel de aceite –Termómetro para medir la temperatura del aceite
- ✓ Orificios de sujeción

4.10.3.Circuito Hidráulico.

En este se representa Esquemáticamente cada uno de los elementos del equipo hidráulico.

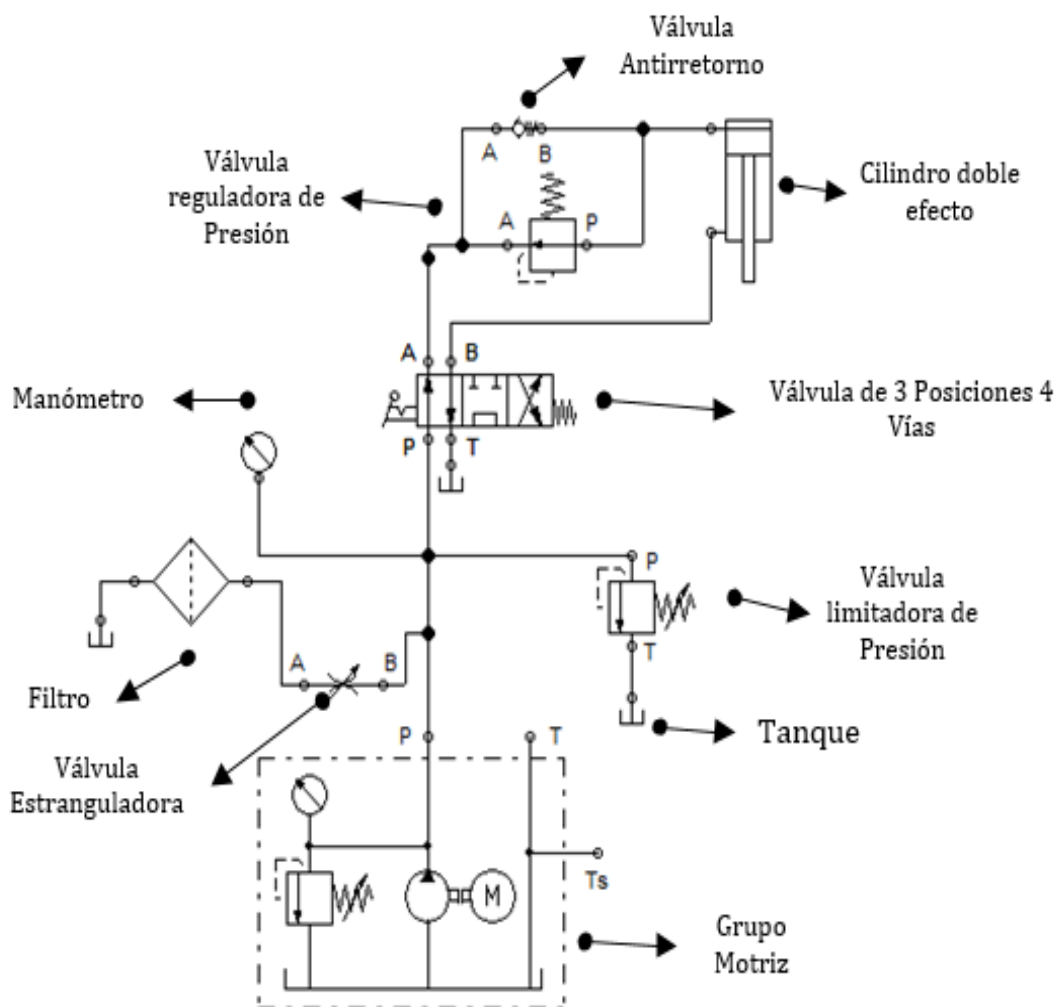


Figura 40. Circuito Hidráulico de la Prensa Hidráulica.

Fuente: Propia

(Gráfico 43) Se muestra el diseño del Circuito Hidráulico de la prensa hidráulica en un software de Creación, simulación, instrucción y estudio electrohidráulico, estudio electro neumático y circuitos digitales, este programa permite crear circuitos muy fácilmente los diagramas, se comprobó el diseño mediante este programa conocido como FluidSim.

A continuación, se plantea el diagrama de arranque y paro del motor trifásico de 5HP

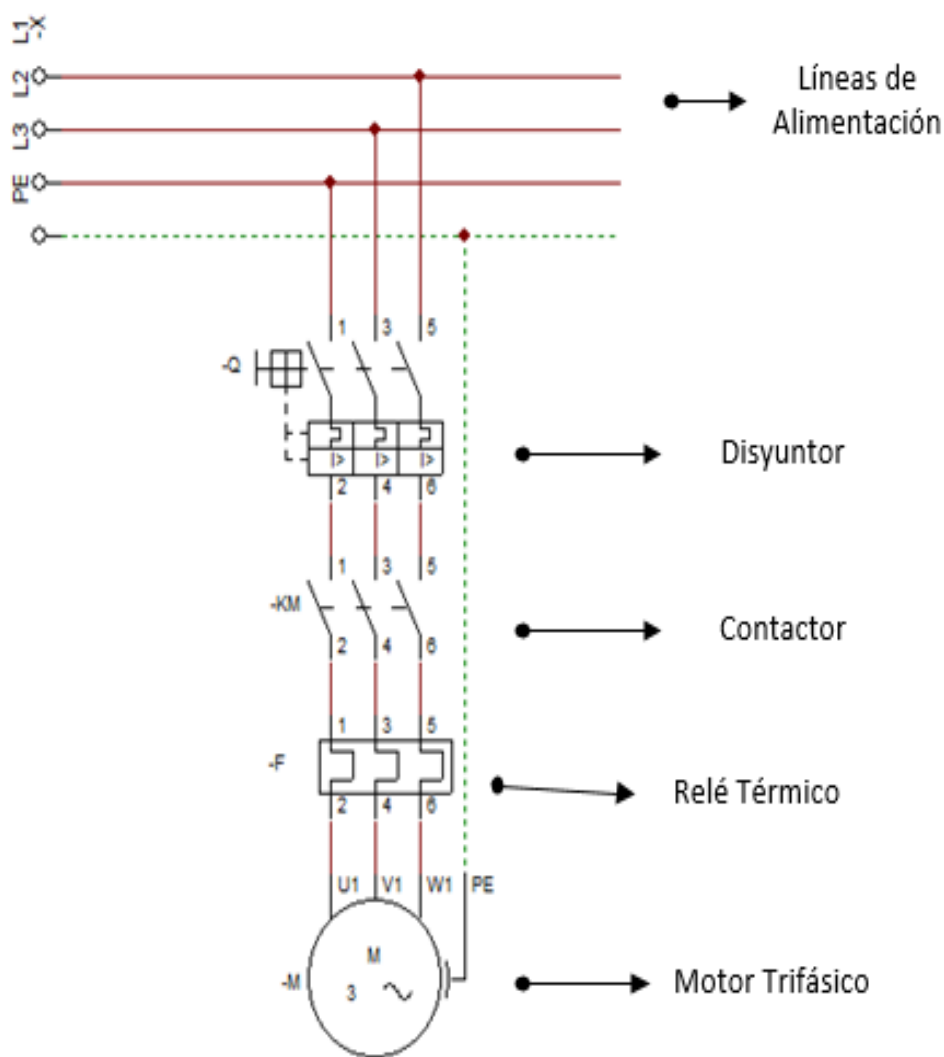


Figura 41. Diagrama de Arranque y Paro de un Motor Trifásico. (Esquema de Fuerza)

Fuente:

Propia

En la figura 41 se presenta una propuesta del sistema de arranque y paro de un motor trifásico utilizando el software CadSimu, este es un programa que permite efectuar diagramas eléctricos, simular su funcionamiento, también cuenta con la opción de simular circuitos para comprobar que funcione estas conexiones.

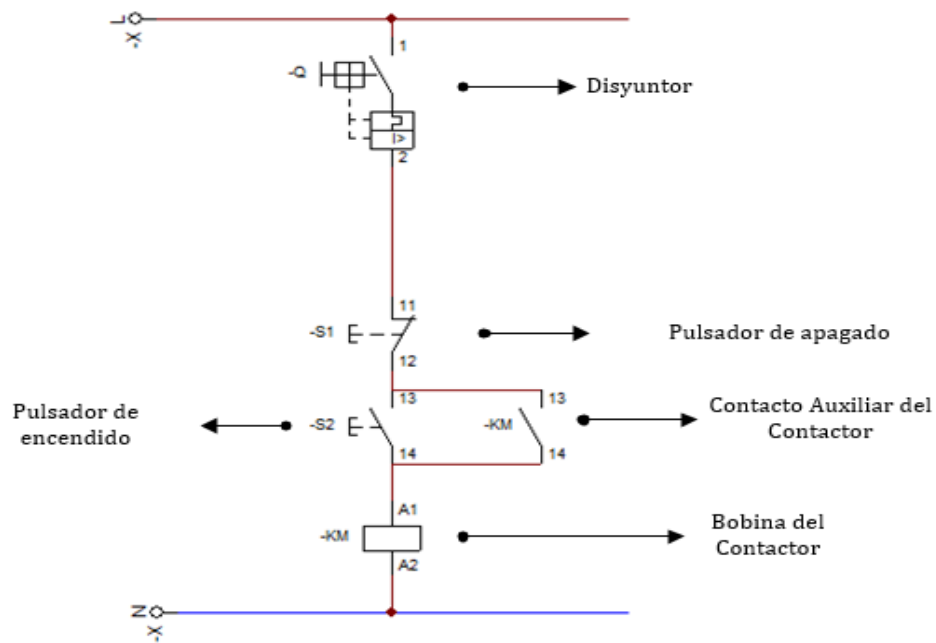
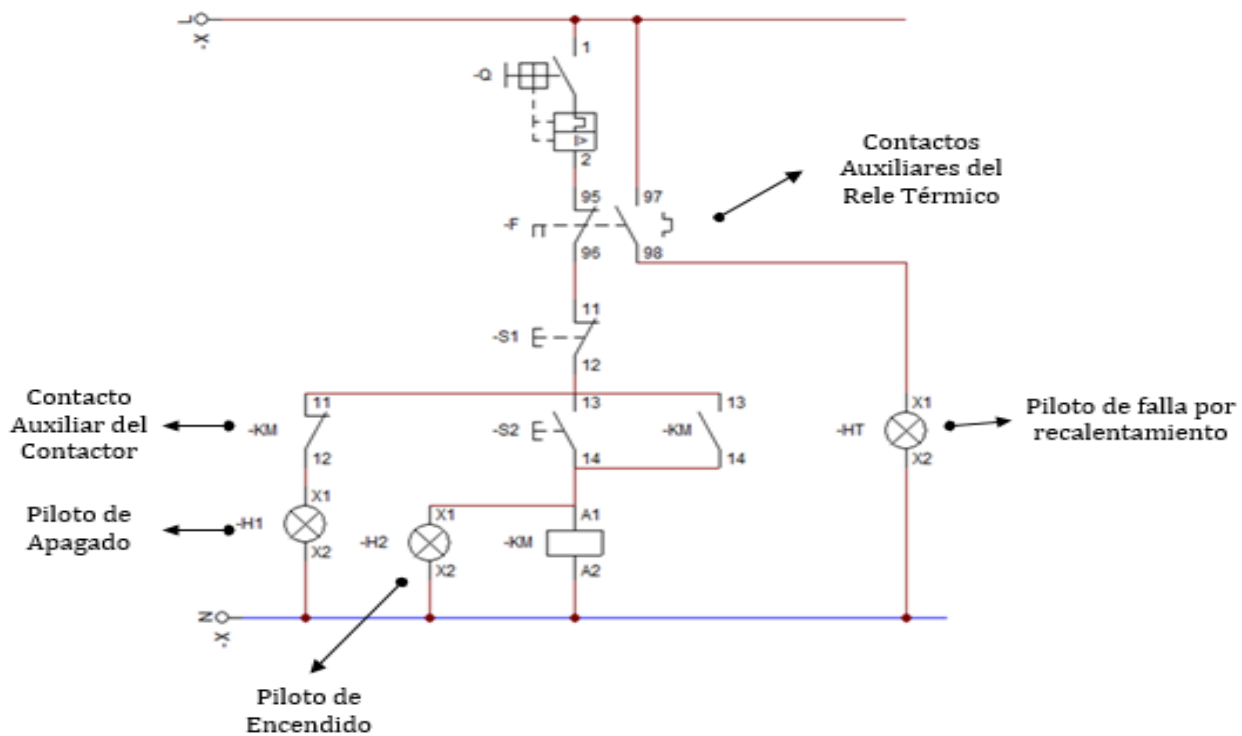


Figura 42. Circuito Eléctrico del Mando del Arranque y paro de la Prensa Hidráulica.



Fuente: Propia

Figura 43. Esquema funcional de mando del Motor Trifásico.

Fuente: Propia

Realizando la simulación de funcionamiento del motor trifásico para el circuito de arranque y paro del motor, se realizó esta simulación en un software conocido como fluidsim, programa que afronta situaciones reales, y distintos casos en esta simulación como el de encendido y apagado, posible causa de falla por recalentamiento, además que cuenta con una amplia galería de modelos de válvulas entre otras.

Materiales a utilizar en el Circuito Hidráulico de la Prensa:

- ✓ Cilindros de Compactación y Expulsión
- ✓ 2 Válvula anti retorno
- ✓ Válvula de contrabalance
- ✓ Válvula direccional de compactación y expulsión
- ✓ Válvula reguladora de presión de compactación y expulsión
- ✓ Filtros de sujeción y retorno
- ✓ Válvula check
- ✓ Motor Eléctrico
- ✓ Bomba hidráulica
- ✓ Coladera de succión
- ✓ Tanque hidráulico
- ✓ Válvula reguladora de presión de seguridad.

Dimensionamientos del Tanque

Existen 2 casos particulares para establecer el dimensionamiento de un tanque hidráulico, el primero para sistemas en aplicaciones industriales, y el otro en considerar el tamaño y cantidad de aceite requerido para este proceso.

Filtros.

Debe tratarse de puntos diferentes, ya que este es uno de los requerimientos para que el tratamiento del aceite dentro del sistema hidráulico no tenga filtración con respecto a la necesidad del sistema.

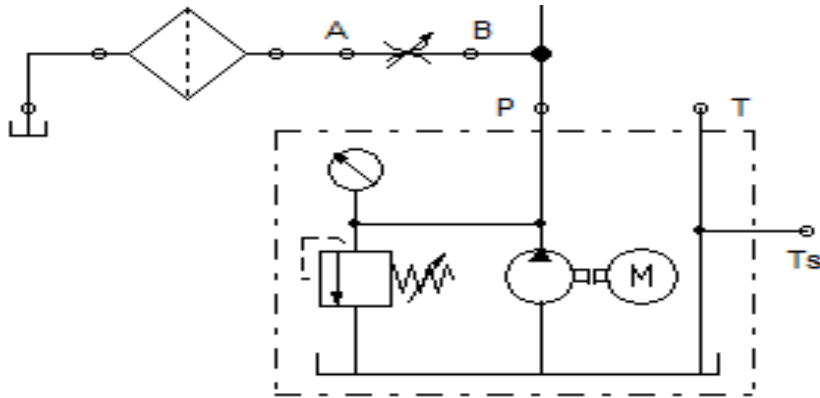


Figura 44. Filtro de Presion. Ubicado en la parte posterior de la Bomba. [16]

Mecanismo de Expulsión.

La mayoría de prensas utilizan barras de acero junto con vigas para sostener en un lugar el cilindro, y el centrado del mismo dependerá únicamente de las sujeciones que se hará para que este lo más preciso posible.

Una vez que la Compactación se realiza con éxito, el cilindro deberá volver a su estado original este sistema de extracción nos permitirá usar el mismo cilindro de compactación para la extracción de la pastilla.

Instalación de la Maquina Compactadora.

Para poder instalar la maquina compactadora el primer paso será tener una conexión eléctrica estable, un motor trifásico seria de mal uso utilizar una conexión de corriente directa por la magnitud de la presión que ejerce esta Compactadora de papel y plástico.

Existe en el mercado arrancadores que tiene botones de encendido y apagado integrado, también con un botón de Paro de ser requerido para que este sea utilizado en caso de emergencia.

Ya haciendo la conexión eléctrica el sentido de giro del motor debe ser el adecuado para evitar que la máquina tenga algún desperfecto de arranque

Contará con una Válvula de Alivio para que este se abra cuando alcance una presión de los 100 bar.

Operación de la Prensa Hidráulica.

1. Asegurarse que se encuentre en posición neutral la palanca bidireccional para el arranque de la prensa
2. Prender el motor eléctrico utilizando el sistema de arranque
3. Colocar la compuerta de salida en la ranura correspondiente para así evitar colapso de material
4. Limpiar los residuos de plástico o cartón que puede haberse quedado en el interior de la prensa
5. Ingreso del producto a compactar
6. Accionamiento de la palanca direccional para su proceso de compactación
7. En caso de que el manómetro indique una presión de 100 bar presionar el botón de paro y colocar la palanca en posición neutral.
8. Accionar la barra direccional para que el cilindro vuelva a su estado original
9. Retirar totalmente el productor con su sistema de compactación
10. Colocarlo en la compuerta de expulsión
11. Repetir Ciclo.

Mantenimiento de la Prensa Hidráulica.

- Será únicamente en ciertos casos el sistema hidráulico el que tienda al fallo
- Hacer una inspección del nivel de aceite, el estado del filtro, tal como se los muestre en los manuales de operación de estos.
- Para el mantenimiento de la unidad hidráulica y el cilindro se deberá consultar el manual del fabricante y seguirlo puntualmente, para garantizar el buen funcionamiento del sistema.
- El componente del sistema hidráulico debe contar con su respectivo instructivo a la hora de realizar la compra del mismo.

4.11.SIMULACION ESTRUCTURAL DE LA PRENSA HIDRÁULICA

A continuación, se procederá a la creación en 3D con las medidas antes expuesta de la parte estructural de la prensa hidráulica esta empezará con una carga de 50 ton en la parte superior para analizar cuanto se deforma la estructura verticalmente y así saber si es viable la construcción de la misma.

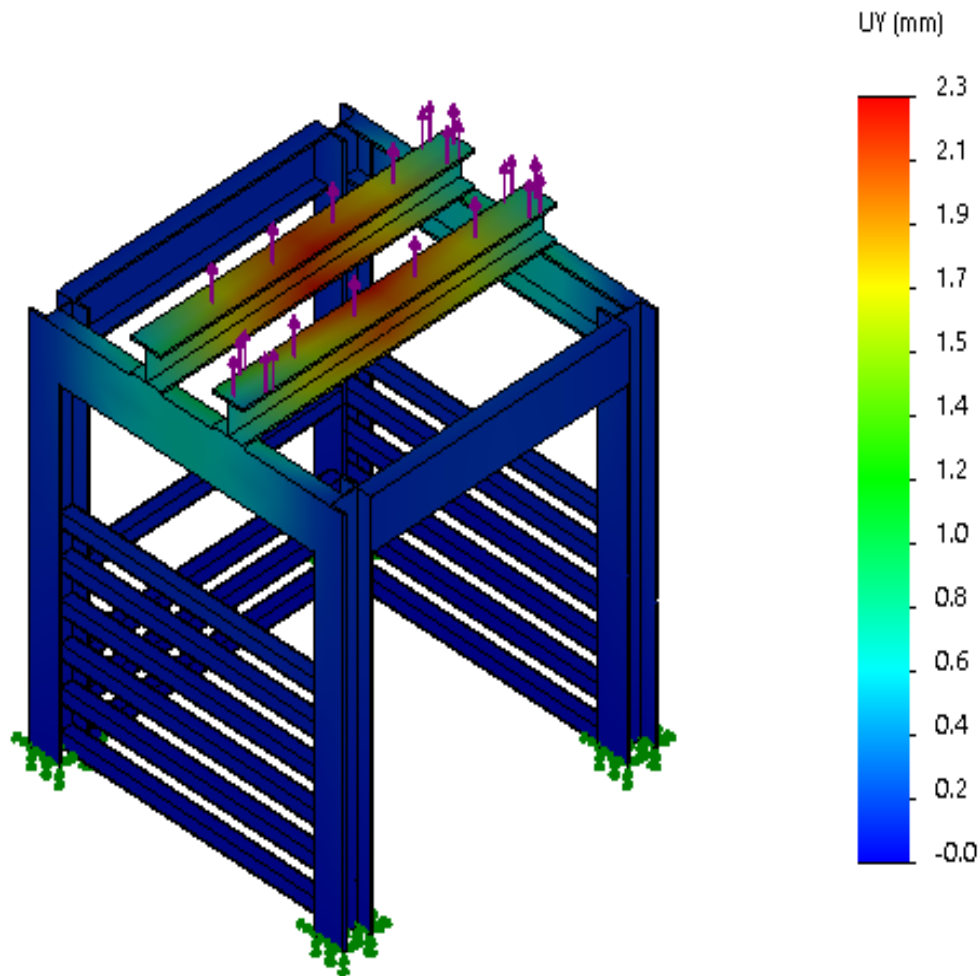


Figura 45. Simulación de la parte estructural de la prensa hidráulica

Fuente: Propia

En la figura 45 se muestra que la deformación máxima es de 2,1 mm en donde va a estar asentado el cilindro hidráulico de doble efecto y esta va a transmitir la fuerzas a las columnas.

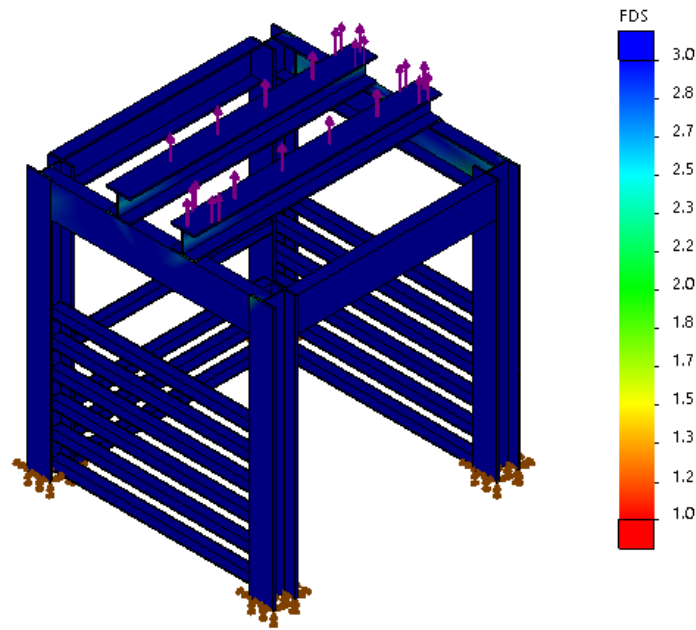


Figura 46. Factor de seguridad en toda la prensa hidráulica

Fuente: Propia

Se determina que el factor de seguridad es de 3 para toda la estructura de la prensa hidráulica con este se determina que no va a fallar ya que esta estructura soporta 3 veces el tonelaje aplicado.

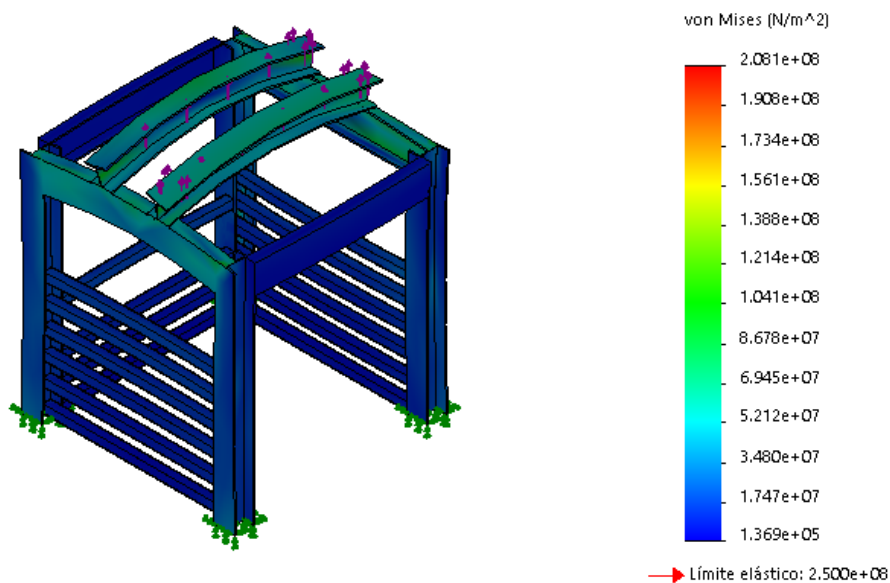


Figura 47. Esfuerzo máximo a la cual está sometida la prensa hidráulica.

Fuente: Propia

4.12. Análisis Económico

Se procede a realizar un estudio de los costos tanto de manufactura de ensamblaje y construcción de la prensa hidráulica para papel y plástico. Estos materiales y elementos mecánicos serán de excelente calidad para asegurar la fiabilidad del mismo y duración.

4.12.1. Precio de materiales estructurales utilizados

Se realizará el desglose de todo el material como planchas, tubos estructurales perfiles ejes, etc. Una vez teniendo todos estos datos se procederá a obtener el precio real de la prensa hidráulica con todos sus componentes que interfieren en el mismo, así como dándole un plus al diseño de la compactadora de plásticos.

Tabla 17. Precio de materiales estructurales

CANT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	VALOR UNIT.	TOTAL
10	Tubo cuadrado 75mmx75mmx4mm (ASTM A36)	6 metros	51,72	517,22
7	Ángulo 25mmx3mm (ASTM A36)	6 metros	5,22	36,54
1	UPN 260 (ASTM A36)	3 metros	140	140
1	UPN 260 (ASTM A 36)	6 metros	280	280
1	Planchas Naval	1480x1480x10	890	890
1	Plancha Naval	1520x1520x10	900	900
2	Tubería AISI 1018 de 1 1/5"	1700mm	64,50	129,00
1	Tubería perforada AISI 1018 de 1 1/5"	1700 mm	35,40	35,40
4	Planchas	4mm Stand	100	400
1	HEB 180	6 metros	600	600
2	HEB 180	3 metros	425	850
SUBTOTAL				\$ 4778,16

Fuente: Propia

4.12.1.1. Precio de partes sistemáticas de la Prensa Hidráulica

Son los distintos elementos de máquina que constituye la prensa hidráulica. Estos precios se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 18. Precio de partes sistemáticas

CANT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	VALOR UNITARIO	TOTAL
1	Motor trifásico 5 HP	Unidad	324	324
1	Cilindro hidráulico doble efecto	3000 psi	2870	2870
2	Válvula anti retorno	Unidad	154	308
1	Válvula Check	Unidad	148	148
1	Bomba Hidráulica	Unidad	255	255
1	Tanque Hidráulico	Unidad	120	120
1	Válvula reguladora de Presión de Seguridad	Unidad	280	280
1	Relay	Unidad	5	5
1	Disyuntor	Unidad	10	10
1	Breaker 5SX1310-7 3P 10A 240V 10KA	Unidad	18,45	18,45
SUBTOTAL				\$ 4338,45

Fuente: Propia.

4.12.1.2.Precio de materiales para el ensamble y acabado de la máquina

A continuación, se detallan los materiales complementarios para la fabricación de la máquina que van a proporcionar un buen acabado y presentación de la misma.

Tabla 19. Precio de materiales para ensamble y acabado

CANT.	DESCRIPCIÓN	UNID.	VALOR	TOTAL
5	Lija de hierro #100	Unidad	0,60	1,2
2	Pack de Electrodo E 7011	Unidad	17,60	35,20
1.5	Thinner	Litro	3,10	4,65
4	Pintura anticorrosiva	Litro	10,68	42,72
4	Pintura para acabado	Litro	16,19	64,76
6	Disco de corte Rasta	Unidad	6,50	175,5
28	Arandelas M30	Unidad	0,25	7
4	Pernos M30x260mm + Tuerca	Unidad	3,5	14
4	Pernos M30x140mm + Tuerca	Unidad	1,5	6
16	Pernos M30X270 mm +Tuerca	Unidad	4,0	64
SUBTOTAL				\$ 415,03

Fuente: Propia

4.12.1.3.Precio de maquinado

Se detallan los precios que se efectúan en la elaboración de piezas para la máquina compactadora hidráulica en la **Tabla 17**. Se incluye también los gastos para elaborar las uniones entre varios componentes.

Tabla 20. Maquinado de las piezas estructurales para el ensamble

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	SALARIO /HORA	HORAS	TOTAL
Corte y doblado	Elaboración de los marcos Estructurales	7	2	14
Soldadura	Uniones de estructura con el soporte de la Prensa	9,4	1	9,4
Fresado	Elaboración de las Cilindros	8	3	24
Torneado	Elaboración del Tanque Hidráulico	8	1	8
Corte y Doblado	Elaboración de Cajas automáticas	11,5	1	11,5
Perforado	Elaboración de agujeros en planchas de compactación	2	1,5	3
Corte	Maquinados de los ejes y de los pasadores	12,5	1,5	18,75
Corte y doblado	Elaboración de las tolvas y canales de deslizamiento del papel y plástico	7	2	14
Soldadura	Unión de planchas de compuerta de salida y entrada	9,4	2	18,8
Corte y Doblado fresado	Elaboración sistema Hidráulico	11,5	1	11,5
SUBTOTAL				228,95

Fuente: Propia

4.12.1.4.Tabulación del precio de la mano de obra

En la siguiente tabla se detallan los costos correspondientes a la mano de obra empleada en la construcción y elaboración de la máquina.

Tabla 21. Precio de mano de obra

Nº	DESCRIPCIÓN	SALARIO / HORA	HORAS	TOTAL
1	Maestro Mecánico	6,50	70	448
1	Ayudante	4,00	70	280
SUBTOTAL				728

Fuente: Propia

4.12.1.5.Precio de diseño de la prensa.

Para desarrollo de los cálculos y la realización de planos de cada uno de los elementos que se necesitan para la correcta elaboración de la máquina se requiere un aproximado de 40 horas. El costo establecido por diseñadores en el mercado nacional es de \$ 15 por hora. De esta manera se determina lo siguiente:

Tabla 22. Precio del diseño de la prensa

Nº	DESCRIPCIÓN	SALARIO /HORA	HORAS	TOTAL
1	Ingeniería y diseño	15,00	40	600,00
SUBTOTAL				600,00

Fuente: Propia

4.12.1.6.Precio final de la prensa hidráulica

En la **Tabla 23** se muestra la sumatoria de cada uno de los precios anteriores al cual también se suma el valor referente del precio del diseño, precio de eventos repentinos que son los que se relacionan con el transporte, administración y valores adicionales que se originan en el desarrollo del proyecto. Por lo general son equivalentes al 5% del subtotal de costos.

Tabla 23. Precio final de la prensa hidráulica

Precio de materiales estructurales	4778,16
Precio de partes sistemáticas	4439,37
Precio de materiales para el ensamble y acabado de la máquina	415,03
Precio de maquinado	228,95
Precio de mano de obra	728,00
SUBTOTAL	10589,51
Precio del diseño de la prensa	600
Precio de eventos repentinos (5%)	529,47
VALOR	\$11718,98
VALOR OFERTADO	\$11800

Fuente: Propia

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.CONCLUSIONES

- Se diseñó La prensa hidráulica de papel y plástico basándose en un método de ponderación para escoger la alternativa correcta, nos arrojó que la alternativa B como resultado de la ponderación de 0.452 con respecto a 0.25 y 0.28 de la Alternativa A y C respectivamente con este se establecerá el diseño de la prensa hidráulica, concluyendo con este se inició el proceso de diseño como un marco hiperestático el cual pudo ser resuelto mediante calculo manual y por un software de análisis y diseño conocido como Sap 2000, luego se pudo elaborar un prototipo en el programa ingenieril SolidWorks, en donde posteriormente se elaboró los procesos de ensamble soportes estructurales evitando en su gran mayoría costos Innecesarios.
- Se determinó las Características del sistema Hidráulico utilizando los criterios ingenieriles de diferentes fuentes confiables para el correcto funcionamiento del mismo.
- Se desarrolló una Simulación en el programa Solidworks con el enfoque en elementos finitos y se comparó los cálculos manuales con respecto a el Marco Hiperestático utilizando el programa antes mencionado, dando así un porcentaje de error del 0,10% un porcentaje admisible para así corroborar que utilizando este tipo de software estructural se asemeje más a la realidad y sea el indicado para este tipo de simulaciones.
- Se realizó un análisis de costo de la prensa hidráulica de papel y plástico, se detalló que le monto de inversión para la fabricación de la maquina es de \$,847.77. Del mismo que se determinó que las empresas recicladoras están en condiciones de adquirir este tipo de maquinarias ya que anualmente están invirtiendo en el alquiler de las mismas un valor aproximado de \$8,000.00 Anual, gracias a la reducción de mano de obra y tiempo de producción se estimaría que la Recicladora recuperaría la inversión en unos 2.5 años

5.2.RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar un mantenimiento al Sistema Hidráulico ya que este podría tener repercusiones en el correcto funcionamiento del mismo. Se anexa en este proyecto de investigación el manejo del mantenimiento hidráulico para este sistema
- En el ámbito de las empresas que se dedican a reciclar este tipo de materiales resulta rentable adquirir una de estas compactadoras hidráulicas ya que las misma recuperaría la inversión, son manejables y de fácil instalación
- Antes de empezar el uso de la máquina compactadora de papel y plástico, se recomienda al operario realizar pruebas visuales en el sistema hidráulico como medición de nivel de aceite y medición de la temperatura del mismo, conexión eléctrica, de esta manera se asegura el correcto funcionamiento y eficiencia en el proceso de compactación. Cabe recalcar que la limpieza tanto de la máquina como de sus componentes se debe realizar al finalizar el tiempo de compactación para así evitar estancamientos en futuros procesos de compactación.
- Realizar periódicamente el respectivo mantenimiento preventivo de la máquina, revisar cada una de las piezas y componentes. Para equipos y accesorios tales como motor, chumaceras, verificar catálogos y fichas técnicas de mantenimiento para de esta manera evitar una avería o falla de los mismos que podrían afectar componentes adyacentes y repercutir en el funcionamiento posteriori de la Prensa Hidráulica.

CAPITULO VI
BIBLIOGRAFÍA

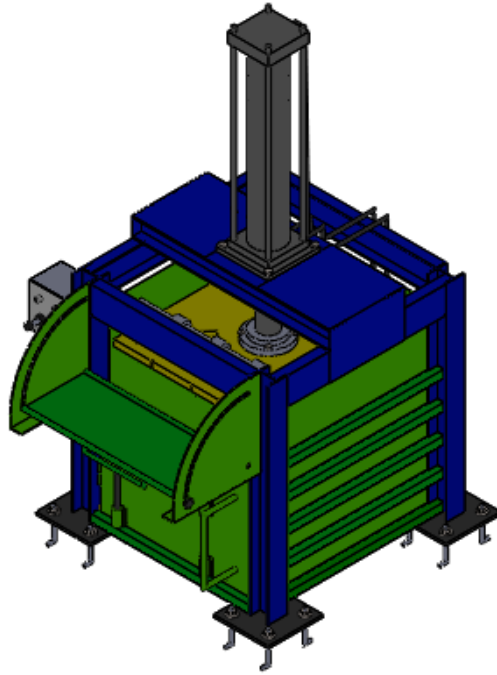
6.1.BIBLIOGRAFÍA

- [1] W. J. T., Máquinas Hidráulicas, pERU: INIFIM, 1998.
- [2] M. C. R. y. E. B. Díaz, Mecánica de estructura, Barcelona: UPC, 2001.
- [3] R. G. B. y. J. K. Nissbett, Diseño en Ingeniería Mecánica, New York: McGRAW - HILL/INTERAMERICANA, 2008.
- [4] R. E. Shannon, Simulación de Sistemas: Diseño, Desarrollo e Implementación, Mexico D.F.: Trillas, 1992.
- [5] SolidWorks, «SolidWorks,» 2017. [En línea]. Available: https://www.solidworks.es/sw/656_ESN_HTML.html. [Último acceso: 06 05 2019].
- [6] R. L. Norton, Diseño de maquinaria, mexico: McGraw Hill, 2004.
- [7] R. C. J. y. K. M. Marshek, Diseño de Elementos de Máquinas, New York: Limusa Wiley, 2013.
- [8] R. C. Bú, Simulación en un enfoque práctico, México: Limusa S.A., Grupo Noriega, 2003.
- [9] B. A. C. Sotelo, Manual Cade Simu V1, España, 2014.
- [10] A. M. L. P. E. T. Claudia Prieto Requejo, Simulación con SolidWorks, San Agustin: Macro EIRL, 2014.
- [11] M. H. B. S. D. Curatolo, Fluid SIM, Festo Didactic GmbH & Art Systems Software GmbH, 1999.
- [12] C. J. Cabañes, Calculo de Estructuras con Sap2000, Bellisco Virtual Online, 2016.
- [13] E. Roben, El reciclaje, Loja: DED ECUADOR, 2003.
- [14] G. Academico, «Google Academico,» [En línea]. Available: www.google.com.ec.
- [15] S. A. Creus, Neumática e Hidráulica, Gran vía de los Corts Catalanes: Cartes Parcerisas Civit, 2007.
- [16] R. Mort, Resistencia de Materiales, México: PEARSON Prentice Hall.
- [17] e. Banos, Prontuario de Vigas, españa, 2005.
- [18] W. D. K. Averill M. Law, Simulation Modeling and Analysis, New York: McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS, 1991.
- [19] A. S. P. Pilar Ariza Moreno, Método de los Elementos Finitos, Sevilla: Pedro Cid. S.A., 2004.

- [20] C. S. Blahes, Diseño Mecánico con Autodesk Inventor, San Vicente: Editorial Club Universitario, 2003.
- [21] J. W. & Sons.Inc., Matlab Una introducción con Ejemplos Prácticos, Barcelona: REVERTE, S.A., 2005.

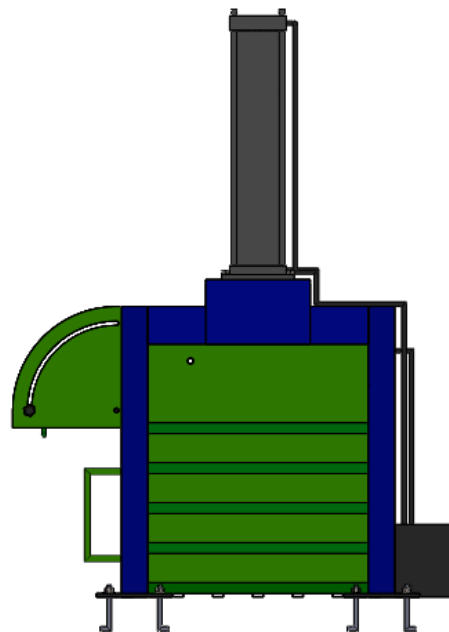
CAPITULO VII

ANEXOS



Anexo 1. Vista Isométrica de la Prensa Hidráulica

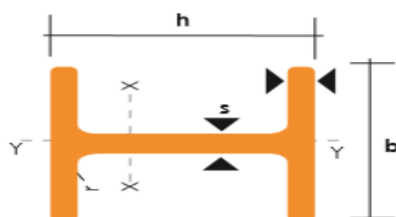
Fuente: Propia



Anexo 2. Vista Lateral de la Prensa Hidráulica.

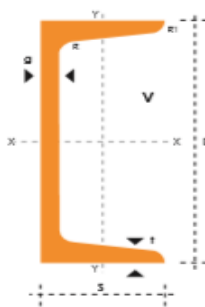
Fuente: Propia

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION PESOS		TIPOS			
	h	b	s	t	r			Ix	Iy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	Kg/mt	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
HEB 100	100	100	6.00	10.00	12	26.00	20.40	450	167	89	33.50
HEB 120	120	120	6.50	11.00	12	34.00	26.70	864	318	144	52.90
HEB 140	140	140	7.00	12.00	12	43.00	33.70	1510	550	216	78.50
HEB 160	160	160	8.00	13.00	15	54.30	42.60	2490	889	311	111.00
HEB 180	180	180	8.50	14.00	15	65.30	51.20	3830	1360	426	151.00
HEB 200	200	200	9.00	15.00	18	78.10	61.30	5700	2000	570	200.00
HEB 220	220	220	9.50	16.00	18	91.00	71.50	8090	2840	736	258.00
HEB 240	240	240	10.00	17.00	21	106.00	83.20	11260	3920	938	327.00
HEB 260	260	260	10.00	17.50	24	118.00	93.00	14920	5130	1150	395.00
HEB 280	280	280	10.50	18.00	24	131.00	103.00	19270	6590	1380	471.00
HEB 300	300	300	11.00	19.00	27	149.00	117.00	25170	8560	1680	571.00
HEB 320	320	300	11.50	20.50	27	161.00	127.00	30820	9240	1930	616.00



Anexo 3. Selección de perfil HEB 180

DENOMINACION	DIMENSIONES						TIPOS					
	h	s	g	t	R	R1	SECCION	PESOS	Ix	Iy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ²	kg/mt	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	8.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	248.00	300.00	39.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80



Anexo 4. Selección de perfil UPN 260

PLANCHAS LAMINADAS AL CALIENTE

Especificaciones Generales

Norma	Ver tabla
Espesores	1.20mm a 100mm
Rollos	Ancho 1000,1220,1500,1800
Planchas	4 x 8 y a medida



Calidad Comercial

NORMA	COMPOSICION QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS			NORMA EQUIVALENTE
	% C	%MN	%P	%S	%SI	%AL	%CU	Esfuerzo Máximo (Mpa)	Alargamiento %	Dobledo 180°	
JIS G3131 SPHC	0,08 0,13	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,05 max	0,02 0,08	0,2 max	270 mín	29 mín	0= Oe	SAE 1010 ASTM A-569
SAE 1008	0,03 0,1	0,25 0,5	0,02 max	0,025 max	0,04 max	0,02 0,08	0,2 max				JIS G3132 SPHT1
SAE 1012	0,1 0,15	0,3 0,6	0,02 max	0,025 max	0,03 max	0,02 0,08	0,2 max				ASTM A-635 ASTM A-570 GRADO 33

Anexo 6. Selección de plancha laminada en caliente

PLANCHAS NAVALES

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A 131
Espesores	4mm a 15mm
Planchas	1500 X 6000 1520 X 6096



CARGO PESQUERO CLASIFICADO CON PLANCHAS NAVALES



Descripción	COMPOSICION QUIMICA %						PRUEBAS MECANICAS			PRUEBA DE FLEXIBILIDAD		
	C max	Si	Mn	P max	S max	Resistencia Mecánica psi (kgf/mm2)	Punto de Fluencia psi (kgf/mm2) mín	Elongación		Espesor en (mm)	Angulo de doblado	Radio de Curva Diámetro del espesor de la Muestra
								Muestra ln.(mm)	% mín			
Grade A				0,04	0,05	58,000(40,8) ~ 71,000 (49,9)	32,000(22,5)	GL = S(200) GL = Z(\$0)	21 24	3/4(19.1) y menores Sobre 3/4 to 1 1/4 (31.8), incl. Sobre 1 1/4	180°	3 3 3
Grade B	0,21		0,80~1,10	0,04	0,05							
Grade C	0,23	0,15~0,30	0,60~0,90	0,04	0,05							
Grade CS	0,18	0,15~0,30	1,00~1,35	0,04	0,05							
Grade E	0,18	0,15~0,30	0,70~1,35	0,04	0,05							
Grade R	0,24		0,60~0,90	0,04	0,05							

Anexo 5. Selección de Plancha Naval para placas para la compactación

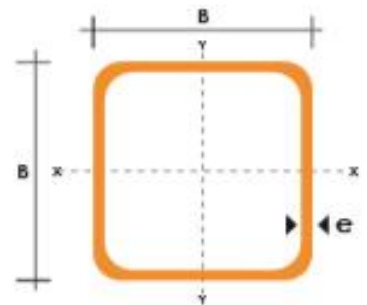
TUBO ESTRUCTURAL CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6 mts.
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 20mm a 100mm
Espesor	Desde 2,0mm a 3,0mm



DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



Anexo 7. Selección de Perfil Cuadrado

TUBERIA PARA VAPOR

TUBERIA SIN COSTURA Y ACCESORIOS

CEDULA 40

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A 53 GR B para conducción de fluidos
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6,00 m.
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta

Resistencia Mecánica

Resistencia a la tracción	60000 psi [42,2 Kg F/mm2]
Límite de elasticidad	35000 psi [24,6 Kg F/mm2]
Alargamiento	0.5%



NOMINAL	DIAMETRO		ESPESOR		PRESION/PRUEBA		PESO
	EXTERIOR		e	pulg	kg/cm2	lb/pulg2	kg/mt
	mm	pulg	mm				
1/4"	13.70	0.54	2.24	0.08	49	700	0.63
3/8"	17.10	0.37	2.81	0.09	49	700	0.85
1/2"	21.30	0.84	2.77	0.10	49	700	1.27
3/4"	26.70	1.05	2.87	0.11	49	700	1.68
1"	33.40	1.31	3.38	0.13	49	700	2.50
1 1/4"	42.20	1.66	3.56	0.14	91	1300	3.38
1 1/2"	48.30	1.90	3.68	0.14	91	1300	4.05
2"	60.30	2.37	3.91	0.15	176	2500	5.44
2 1/2"	73.00	2.87	5.16	0.20	176	2500	8.62
3"	88.90	3.50	5.49	0.21	176	2500	11.29
4"	114.30	4.50	6.02	0.23	155	2210	16.07
5"	141.30	5.56	6.55	0.25	137	1950	21.78
6"	168.30	6.62	7.11	0.28	125	1780	28.26
8"	219.10	8.62	8.18	0.32	110	1570	42.53
10"	273.00	10.75	9.27	0.36	101	1430	60.29
12"	323.80	12.75	10.31	0.40	94	1340	79.65

Anexo 8 Selección de tubería para compuertas

ANGULOS

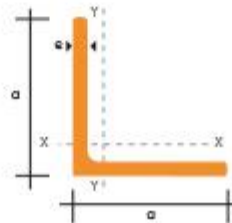
Especificaciones Generales

Calidad	ASTM A 36 SAE 1008
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6,00 m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta



DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm2
	a	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.76
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	56.95	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	56.95	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	74.05	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.21	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.54	22.56

También en galvanizado e inoxidable



Anexo 9. Selección de los ángulos de levadura para la placa superior

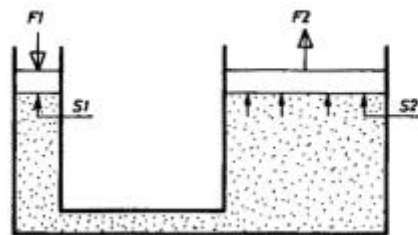
A-16 Propiedades de aceros estructurales.

Material ASTM núm. y productos	Resistencia máxima, s_u^*		Resistencia a la cedencia, s_y^*		Porcentaje de alargamiento, en 2 in
	ksi	MPa	ksi	MPa	
A36-Perfiles, placas y barras de acero al carbón	58	400	36	248	21
A 53-Tubo grado B	60	414	35	240	—
A242—Perfiles, placas y barras HSLA resistentes a la corrosión					
≤ $\frac{3}{4}$ in de espesor	70	483	50	345	21
$\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ in de espesor	67	462	46	317	21
$1\frac{1}{2}$ a 4 in de espesor	63	434	42	290	21
A500—Tubería estructural formada en frío					
Redonda, grado B	58	400	42	290	23
Redonda, grado C	62	427	46	317	21
Perfilada, grado B	58	400	46	317	23
Perfilada, grado C	62	427	50	345	21
A501—Tubería estructural formada en caliente, redonda o perfilada	58	400	36	248	23
A514—Acero aleado templado y enfriado en aceite; placa					
≤ $2\frac{1}{2}$ in de espesor	110	758	100	690	18
$2\frac{1}{2}$ a 6 in de espesor	100	690	90	620	16
A572—Acero al vanadio-columbio HSLA: perfiles, placas y barras					
Grado 42	60	414	42	290	24
Grado 50	65	448	50	345	21
Grado 60	75	517	60	414	18
Grado 65	80	552	65	448	17
A913—HSLA, grado 65: perfiles	80	552	65	448	17
A992—HSLA: sólo perfiles W	65	448	50	345	21

Anexo 10. Propiedades de aceros estructurales

TRANSMISION HIDRAULICA DE FUERZAS (Prensa hidráulica)

El principio anterior se aplica en la prensa hidráulica.



Presión ejercida por la fuerza F1

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1}$$

Fuerza resultante (F2) como consecuencia de la presión p1.

$$F_2 = p_1 \cdot S_2$$

Anexo 11. Transmisión hidráulica de fuerzas

PLANOS