

**DISEÑO Y MODELACIÓN DE ARRUMADOR DE CUERPOS DE HOJALATA
PARA CIZALLA AUTOMÁTICA Cepak**

Jorge Hernán Restrepo Vélez
Jerzy Alejandro Castaño Quintero

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
Facultad Ingeniería Mecánica
Medellín
2013

**DISEÑO Y MODELACIÓN DE ARRUMADOR DE CUERPOS DE HOJALATA
PARA CIZALLA AUTOMÁTICA CEPAK**

Tesis de pregrado presentada por:

Jorge Hernán Restrepo Vélez
Jerzy Alejandro Castaño Quintero

Asesor:

Jhony Mauricio Gutiérrez
(Ingeniero Mecánico, M.Sc.)

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

Facultad Ingeniería Mecánica

Medellín

2013

DEDICATORIA

A nuestras familias, amigos y a todas aquellas personas que de un modo u otro colaboraron en la realización del presente trabajo.

RESUMEN

Comúnmente el proceso de corte de cuerpos de hojalata para la fabricación de envases de productos procesados tales como carnes frías, alimentos preparados y reservas de frutas, se realiza mediante el empleo de un sistema mecánico comúnmente conocido como **Máquina de cizalla** dada su traducción al español (en inglés *slitter*), la cual requiere básicamente de la implementación de tres procesos; el primero de ellos consta de la alimentación de la materia prima en donde el material es dispuesto en los rieles de entrada para ser conducido al alimentador de la cizalla, el segundo proceso es el corte en donde se procede con el moldeo del envase y finalmente se tiene el arrumado, es en este último donde se presentan las principales falencias del proceso de fabricación de envases debido a que el arrumado debe hacerse manualmente por un operario lo que genera demoras en el proceso ocasionados por los constantes paros en la línea de producción e incluso en ocasiones la elaboración de productos con deficiencias de calidad.

La compañía Prodevases S.A.S dedicada desde hace 51 años a la fabricación de este tipo de envases, es una de las grandes empresas productoras que aún utilizada en sus estructuras de producción arrumadores manuales. A raíz de una observación detallada del proceso de producción se ha identificado que se presenta un cuello de botella en la producción cuando la lámina litográfica pasa a la línea de corte.

Con este trabajo se busca entonces diseñar y modelar un arrumador automático que permita brindar mayor eficiencia en el proceso de producción de envases, así como una mejora para las condiciones de trabajo del operador de la máquina quien no tendrá que inclinar su cuerpo de forma incorrecta para compensar la caída de los cuerpos con un espaldar metálico compuesto de dos pesas a ambos lados las cuales superan los 30kg generando un sobre esfuerzo en el operario.

Además este nuevo diseño permitirá que el operario de la soldadora pueda realizar su trabajo de una manera más eficiente porque los cuerpos metálicos están ordenados de manera adecuada. La modelación de la máquina se realizará mediante el software SOLIDWORKS en su versión 2010.

ABSTRACT

Commonly the cutting of sheet metal bodies for the manufacture of packaging products such as processed meats , prepared foods and fruits reserves is done through the use of a mechanical system commonly known as shear machine given its Spanish translation, which basically requires the implementation of three processes: the first is the feeding of the raw material in which the material is disposed in the rail inlet to be led to the feeder of the cutter, the second process is to cut where necessary for the molding of the container and finally the third step is trimmed, it is in this step where the main shortcomings of the manufacturing process of packaging are presented because the trimmed must manually be done by an operator which creates delays in the process caused by the constant stoppages production line and sometimes the production of products with quality deficiencies.

Prodenvases SAS is a company dedicated for 51 years to the manufacture of this type of packaging and is one of the biggest companies that still used in their production manuals structures packers. Following a detailed observation of the production process has been identified that the bottleneck in production occurs when the lithographic sheet passes to the cut.

This work is to design and model an enabling automatic packers provide greater efficiency in the production process of packaging, as well as improved working conditions for the machine operator who will not have to tilt your body to compensate for falling bodies with a compound metal back of two dumbbells on both sides which exceed 30kg and generating overexertion in the operator. Furthermore, this new design allows the operator of the welder can do their job more efficiently because the metal bodies are sorted properly. The modeling of the machine is performed by SOLIDWORKS software the 2010 version.

ÍNDICE GENERAL

1. ANTECEDENTES	2
1.1. Justificación	3
1.2. Descripción del problema	4
1.3. Síntesis del problema.....	4
1.4. Hipótesis.....	6
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo General	7
1.5.2. Objetivo Específicos	7
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE.....	8
2.1. Definición de envase metálico	10
2.2. Características técnicas principales	10
2.3. Tipos de envases metálicos.....	11
2.3.1. Envases de tres piezas	12
2.3.2. Envases de dos piezas	12
2.3.2.1. Envases embutidos reembutados (DRD)	12
2.3.2.2. Envases embutidos estirados (DWI)	13
2.4. Problemas de los envases de hojalata.....	14
2.5. Aplicaciones.....	15
2.6. Reciclado.....	16
2.7. Normativa relacionada	16
2.8. Materia prima.....	17
2.8.1. Hojalata.....	17
2.8.1.1. Clasificación de la Hojalata.....	18
2.8.1.2. Tipos de Hojalata.....	18
2.8.1.3. Características de la Hojalata.....	19
2.9. Corte de Bobina	19
2.10. Litografía.....	20
2.10.1. Propósito.....	20
2.10.2. Desarrollo de Artes.....	21

2.10.3.	Ventajas del envase litografiado	21
2.11.	Cizalla	22
2.11.1.	Alimentación de la lámina	23
2.11.2.	Corte de 1ra operación de la lámina	24
2.11.3.	Traslado hacia la mesa de 2da operación	24
2.11.4.	Corte mesa de 2da operación	24
2.11.5.	Arrumado Manual	25
2.12.	Soldadura	26
2.13.	Resanador	26
2.13.1.	Características	26
2.14.	Acuelladora	27
2.15.	Biseladora.....	28
2.16.	Venadora/Cordonadora.....	28
2.17.	Cerradora	29
2.17.1.	Doble cierre	29
2.18.	Tester	29
2.19.	Paletizado.....	30
2.20.	Elevadores de tijeras	30
2.20.1.	Tipos de Elevadores	30
2.21.	Principios fundamentales.....	32
2.21.1.	Leyes fundamentales de los fluidos	33
2.21.2.	Sistemas hidráulicos	34
2.21.2.1.	Grupo de accionamiento:	34
2.21.2.2.	Elementos de transporte.....	35
2.21.2.3.	Elementos de trabajo	36
3.	DISEÑO.....	39
3.1.	Parámetros de diseño	39
3.2.	Determinación de cargas.....	40
3.2.1.	Fuerza requerida en el pistón del cilindro hidráulico	41
3.2.2.	Reacción en el pasador de la palanca.....	43
3.3.	Selección del material	46
3.4.	Modelado y ensamblaje del elevador	49
3.5.	Diseño y selección de elementos hidráulicos del elevador.....	49

3.5.1. Selección del cilindro.....	50
3.6. Cálculo de caudal	52
3.7. Selección de los componente del circuito hidráulico	54
3.7.1. Selección de válvula direccional.....	54
3.7.2. Selección de válvula de control de flujo	55
3.7.3. Selección de válvula reguladora de presión.....	57
3.7.4. Selección de mangueras	58
3.8. Conexión del circuito hidráulico en FluidSIM-H Festo Didáctica.	59
4. CONCLUSIONES.....	60
5. RECOMENDACIONES	61
6. BIBLIOGRAFÍA	62
7. ANEXOS	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Proceso de un envase	9
Figura 2	Proceso de la hojalata	18
Figura 3	Dimensiones de la lámina	20
Figura 4	Desarrollo del Arte.....	21
Figura 5	Proceso corte cizalla	22
Figura 6	Alimentador bulto laminar.....	23
Figura 7	Alimentación ventosa	23
Figura 8	Transferencia lámina 1ra operación	24
Figura 9	Corte cuchillas 2da operación	25
Figura 10	Arrumado Manual	25
Figura 11	Soldadora automática abm 150	26
Figura 12	Equipo resanador en polvo	27
Figura 13	Ejemplo envase Acuellado	27
Figura 14	Ejemplo envase biselado.....	28
Figura 15	Proceso envase cordonado	28
Figura 16	Proceso de cierre de un envase	29
Figura 17	Tester	29
Figura 18	Acumulación de envases terminados	30
Figura 19	Tipos de manguera.....	36
Figura 20	Cilindro efecto simple	37
Figura 21	Cilindro efecto doble	38
Figura 22	Diseño	39
Figura 23	Elevador de tijera a diseñar	39
Figura 24	Diagrama del cuerpo libre y de desplazamientos virtuales del elevador.	41
Figura 25	Reacciones en los apoyos y pasadores de la estructura.....	44
Figura 26	Centralita de mando electrohidráulico.	50
Figura 27	Esquema cilindro	52
Figura 28	Válvula direccional.....	55
Figura 29	Válvula de control de flujo.....	56
Figura 30	Válvula reguladora de presión	57
Figura 31	Conexión del circuito hidráulico en FluidSIM-H Festo Didáctica.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del proyecto	4
Tabla 2. Listado de normas aplicables.....	16
Tabla 3. Propiedades de los materiales.....	48
Tabla 4. Selección del Pistón.....	52
Tabla 5. Rango de presión de mangueras	58

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Presión.....	32
Ecuación 2. Presión Absoluta.....	32
Ecuación 3. Caudal.....	33
Ecuación 4. Trabajo virtual.....	42
Ecuación 5. Sigma Y.....	42
Ecuación 6. Área de un cilindro.....	51
Ecuación 7. Área.....	51

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Diagrama de Procesos Litografía.....	64
ANEXO 2. Mesa de primera Operación Cizalla.....	65
ANEXO 3. Funcionamiento Resanador en Polvo.....	66
ANEXO 4. Máquina Acuelladora.....	67
ANEXO 5. Esquema Bolsillo – Tester.....	68
ANEXO 6. Tipos de Bombas.....	69
ANEXO 7. Prototipo Mesa Tipo Tijera.....	70
ANEXO 8. Plano Mesa Tipo Tijera.....	71
ANEXO 9. Plano Rodillo Mesa.....	72
ANEXO 10. Análisis Elementos Finitos Para Rodillo.....	73
ANEXO 11. Plano Tijera Mesa Hidráulica.....	74
ANEXO 12. Plano Cilindro.....	75
ANEXO 13. Base Mesa.....	76
ANEXO 14. Estudio Elementos Finitos para Pasador Central Tijera.....	77

AGRADECIMIENTOS

A Jhony Mauricio Gutiérrez, Profesor y asesor del Trabajo Dirigido de Grado, por su entera disposición y paciencia.

A la empresa Prodevases S.A.S por permitirnos conocer sus procesos de producción y facilitarnos información acerca de la trayectoria de su compañía

INTRODUCCIÓN

Dado que en Colombia existe una limitación en cuanto a los procesos de armado de envases de hojalata una vez finalizado el proceso de moldeo y corte, se hace necesario entonces implementar nuevas tecnologías apropiadas para realizar dicho proceso de una manera más eficiente. Sin embargo, en los últimos años se han desarrollado algunos elementos complementarios a las máquinas utilizadas en el proceso productivo.

Con este trabajo se busca además mejorar el estado del arte acerca del tema, permitiendo conocer algunos aspectos importantes sobre los procesos de producción de envases de hojalata.

El informe está organizado de la siguiente manera: En el primer capítulo se describe de manera global el proyecto, allí se incluyen los antecedentes, las hipótesis y la justificación del problema.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico y estado del arte.

En el capítulo tres y cuatro se presentan los diseños y la evaluación experimental del trabajo. En estas secciones se describe el procedimiento seleccionado para llevar a cabo los objetivos planteados.

En el capítulo cinco se presentan los resultados y conclusiones del estudio. Finalmente, en el capítulo seis se incluye la bibliografía consultada.

1. ANTECEDENTES

El hombre, desde la era paleolítica vió la necesidad de conservar por más tiempo los alimentos, es desde esta época que el hombre ha venido desarrollado diferentes métodos de conservación de alimentos. A comienzos del año 1700, el hombre implementó el primer recipiente adecuado para conservar sus alimentos, esta necesidad fue producto de los largos viajes ocasionados por las guerras de la época. Hoy en día es común encontrar en cualquier supermercado alimentos procesados empacados en envases de hojalata, su uso común se da porque brinda agilidad y acorta tiempo para la elaboración de las comidas diarias.

La empresa Prodevases S.A.S es una de la principales empresas que elaboran envases de hojalata en el país, esta compañía abastece el mercado nacional y tiene pequeños clientes en algunos zonas de Latinoamérica. La compañía desde hace algunos años ha venido evolucionando en sus procesos de producción en donde año tras año ha modernizado su maquinaria, con el fin de lograr procesos mucho más eficientes. Sin embargo, aunque actualmente la mayoría de los procesos de producción están automatizados su proceso final (que consiste en el apilado o arrumado de cuerpos de hojalata) es aún artesanal lo que genera tiempos muertos que podrían aprovecharse si este paso final es automatizado sin dejar de lado la importancia del operario de la máquina que si bien mejorará sus condiciones de trabajo deberá seguir operando la máquina en cuanto a programación y control se refiere.

1.1. Justificación

Los cuerpos de hojalata para la fabricación de envases procesados se caracterizan esencialmente por sus dimensión y su diseño. Dado que el mercado es cada día más exigente, la compañía Prodenvases S.A.S ha buscado mejorar sus proceso de producción con el fin de hacerlo más eficiente y poder agilizar el ensamblado del envase como tal. Por otra parte, la empresa busca además mejorar la condiciones de trabajo del operario que es igual de importante que el funcionamiento de la maquinaria.

Básicamente, la idea de automatizar el proceso de arrumado mecánico surgió porque de acuerdo a los historiales de la compañía, se ha evidenciado que los paros de la línea de producción se deben principalmente al proceso de arrumado manual. Además, a lo largo de las investigaciones realizadas se ha evidenciado la gran posibilidad que tiene el operario de accidentarse ya que tiene que estar en constante movimiento sobre un área donde interviene maquinas en funcionamiento y objetos de gran peso.

Una de las principales labores del personal de innovación y desarrollo de la empresa, es siempre tener una mejora continua en sus procesos y productos, por eso esta vez nos hemos enfocado en mejorar dicha problemática con el fin de que tanto el operario, como el producto final siempre sea el mejor, para esto nuestro proyecto tiene como finalidad mejorar la calidad de vida y eficiencia con ideas innovadoras y que sean realizables; así la compañía mejorará sus procesos.

1.2. Descripción del problema

En la actualidad nos estamos enfrentando a una serie de problemas en los procesos de producción de envases de hojalata, esta problemática está ligada principalmente a la carencia de un sistema de arrumado mecánico que permita la optimización de tiempo durante estos procesos. Es importante mencionar la falta de información y metodologías que permitan un desarrollo de este tipo de tecnologías en nuestro país; aquí radica la importancia del presente trabajo investigativo que permitirá mejorar el estado del arte acerca de este tema. A continuación en la **Tabla 1** se presenta la ficha técnica del proyecto, en donde se muestra la información relacionada con los investigadores del tema.

Tabla 1. Información general del proyecto

TÍTULO DEL PROYECTO: Diseño y Modelación de Arrumador de Cuerpos de Hojalata para Cizalla Automática Cepak	
FECHA DE PRESENTACIÓN:	Noviembre 2013
GRUPO DE INVESTIGACIÓN:	Jorge Hernán Restrepo Vélez - Jerzy Alejandro Castaño Quintero
ENTIDAD(ES) COFINANCIADORA(S):	Prodenvases S.A.S
TIPO DE INVESTIGACIÓN:	<input type="checkbox"/> Básica <input checked="" type="checkbox"/> Aplicada
DURACIÓN DEL PROYECTO (MESES)	6 meses
PALABRAS CLAVE:	Arrumador, Hojalata, Procesos
ELABORADO POR: Jorge Hernán Restrepo Vélez - Jerzy Alejandro Castaño Quintero	
INVESTIGADOR PRINCIPAL: Jerzy Alejandro Castaño Quintero	
ASESORES: Jhony Mauricio Gutiérrez Flores	

1.3. Síntesis del problema

Con el fin de realizar la modelación del sistema de arrumado automático, se ha consultado inicialmente el estado del arte relacionado con el tema, se ha

encontrado poca información, sin embargo, se han estudiado diferentes catálogos y manuales relacionados con los procesos de corte, que se han implementado en el desarrollo del modelo objeto de la presente tesis. Adicionalmente se ha consultado manuales de maquinarias desarrollados en países con mayores avances tecnológicos en este proceso.

Por otra parte, se realizó una investigación con el área de salud ocupacional con el fin de obtener información relacionada con la higiene postural de los operarios de máquinas, allí se encontraron registros de lesiones producidas por el proceso actual de armado manual, estos registros se detallarán en apartados posteriores.

En cuanto a la metodología utilizada para el desarrollo del estudio una vez recopilada toda la información existente acerca del tema, se procedió a realizar un prototipo mediante la herramienta computacional SolidWorks en el cual se realizó la modelación en 3D. Para la modelación se consideró toda la información recopilada en la fase anterior.

A continuación se enumeran las actividades principales consideradas:

Primera fase:

- Planeación e investigación
- Reconocimiento del entorno
- Revisión de historiales
- Recolección de información de los operarios
- Buscar normas técnicas de trabajo para dicha labor
- Posibles elementos y/o alternativas en el mercado

Segunda fase:

- Diseño y cotizaciones
- Modelación de prototipo

- Cotizaciones y aprobación de proyecto

1.4. Hipótesis

La ingeniería aplicada a la automatización de las líneas de producción debe estar enfocada tanto en el aumento de las unidades como en la disminución de costos de mano de obra. Como se comentó anteriormente, todos los procesos de la línea serían más sencillos y representarían un beneficio significativo para la empresa si la mayoría de ellos se automatizaran.

La investigación consiste en realizar el estudio de la maquina actual, conocer su funcionamiento y recolectar la información necesaria de estado del arte, normativas, información ergonómica, entre otro, para obtener herramientas suficientes que respalden la fase de diseño. Cumplidos los objetivos de la investigación se procede a iniciar el diseño, evaluando primero diferentes alternativas basadas en las ofertas que tiene el mercado nacional, es decir la tecnología disponible y que ayuden al mejoramiento de la máquina.

1.5. Objetivos

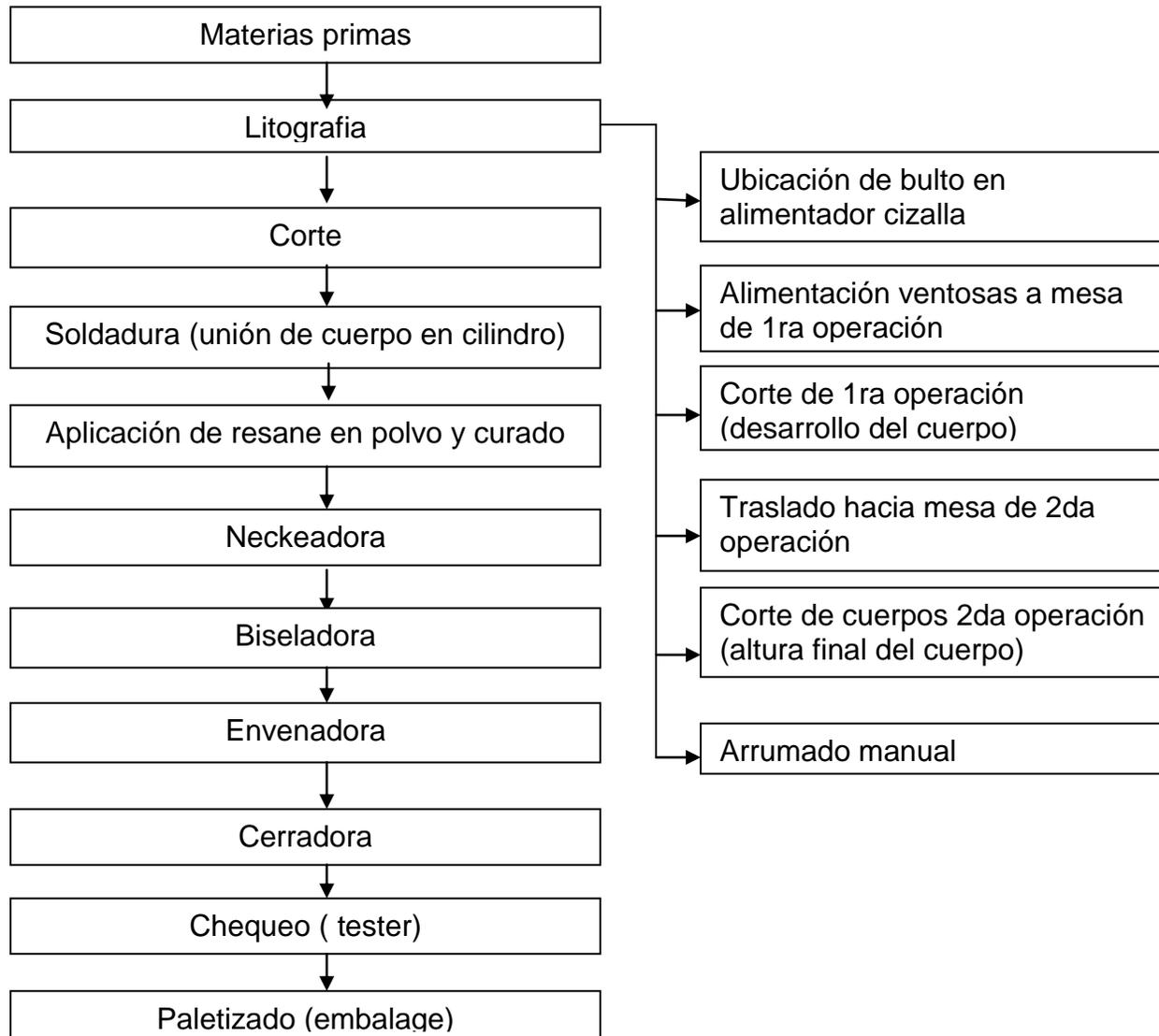
1.5.1. Objetivo General

Diseñar y modelar un sistema de arrumado automático con el fin de mejorar los procesos de producción de envases de hojalata, disminuir costos y mejorar las condiciones laborales del operario de producción.

1.5.2. Objetivo Específicos

- Realizar la automatización del arrumador de cuerpos de hojalata en la máquina de cizalla para reducir los tiempos muertos en la producción así como implementar este sistema en las diferentes líneas de ensamble.
- Realizar un diseño que contemple los diferentes conceptos de ingeniería mecánica.
- Implementar el uso de software avanzados en modelación y diseño de elementos que permitan la visualización en tres dimensiones, tales como SOLIDWORKS
- Ayudar en el crecimiento rentable de la empresa mediante propuestas de diseño que mejoren los índices de productividad.
- Reducir pérdidas de material asociadas al factor de error humano.

2. **MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE:** A continuación se presenta el Mapa de Procesos de la producción de envases de Hojalata.



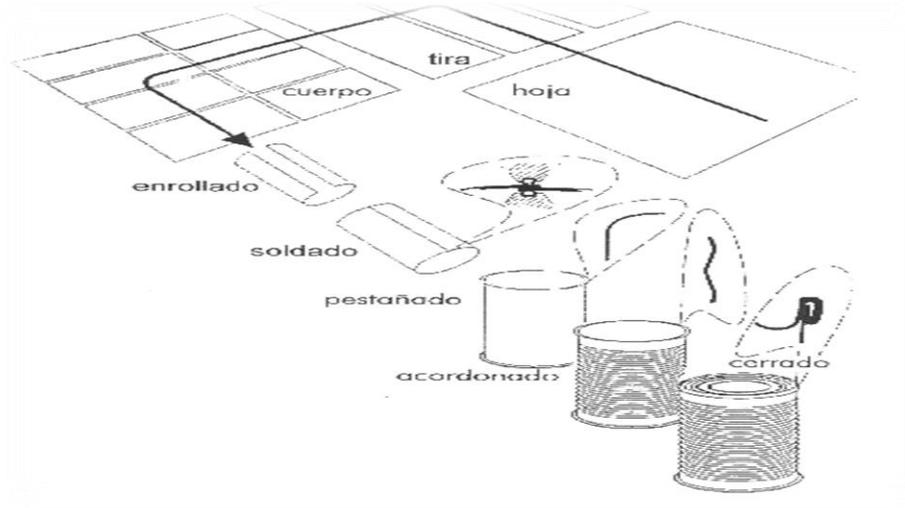


Figura 1 *Proceso de un envase*

2.1. Definición de envase metálico

Un envase metálico se define en términos generales como un recipiente rígido a base de metal, para contener productos líquidos y/o sólidos, que puede además cerrarse herméticamente.

La amplia difusión de los envases metálicos es atribuible a la gran versatilidad y excelentes cualidades para el envasado de todo tipo de productos. Algunas de estas cualidades son:

- Resistencia mecánica y capacidad de deformación
- Ligereza
- Estanqueidad y hermeticidad
- Opacidad a la luz y radiaciones
- Buena adherencia a barnices y litografías
- Conductividad térmica
- Inercia química relativa
- Versatilidad
- Estética / posibilidad de impresión
- Reciclabilidad
- Adecuación para la distribución comercial
- Capacidad de innovación y evolución tecnológica

2.2. Características técnicas principales

Al hablar de envases metálicos hay que distinguir entre envases ligeros y envases pesados. Los envases metálicos ligeros son aquellos cuyo espesor es inferior a 0.49 mm y tienen una capacidad inferior a 40 litros. Los envases pesados hacen referencia a los envases metálicos con un espesor superior o igual a 0.50 mm y una capacidad que oscila entre 30 y 220 l. Esta distinción no es arbitraria, sino que corresponde a las diferentes materias primas y técnicas utilizadas en la

obtención de los diferentes tipos de envases.

El grupo de envases metálicos ligeros se puede dividir en cuatro grandes grupos:

- Envases alimentarios
- Envases de bebidas
- Envases industriales (bidones)
- Aerosoles

Los envases metálicos se construyen principalmente a partir de dos metales: acero y aluminio, siendo el primero más común por razones de coste principalmente. Se puede distinguir además entre los materiales ferrosos: hojalata, chapa cromada y chapa negra, y los materiales no ferrosos: aluminio. Para cualquiera de las tres formas de los materiales ferrosos la composición típica del acero es prácticamente la misma, se trata de un acero dulce (bajo contenido en carbono). Pueden clasificarse atendiendo a diversos criterios:

2.3. Tipos de envases metálicos

En general los envases metálicos están constituidos por dos o tres piezas. Los primeros constan de un tubo-fondo constituido en una sola pieza, además de una tapa suelta que posteriormente se une al extremo abierto. Es el caso de las latas de bebida donde no se aprecia la costura lateral.

Los envases de tres piezas constan de un tubo soldado por una de sus generatrices, más dos tapas unidas a sus extremos. Por su geometría pueden ser de sección circular, cuadrada, rectangular, trapezoidal, oval, etc. Es el caso de la mayoría de las latas de conserva, donde se observa la costura lateral formada por la unión de los bordes del tubo metálico.

2.3.1. Envases de tres piezas

El proceso de fabricación de los envases de tres piezas parte de bobinas de hojalata y consta de las siguientes etapas:

- Corte de las bobinas en hojas rectangulares de tamaño apropiado al formato a fabricar.
- Aplicación de decoración externa (si procede)
- Aplicación de barnices interiores y/o exteriores
- Corte longitudinal de las hojas, en bandas (corte primario) y corte transversal de las bandas en porciones unitarias rectangulares (corte secundario).
- Conformación de un cilindro.
- Soldadura eléctrica de su generatriz (hilo de cobre) - Rebarnizado interior y exterior de la costura lateral.
- Acordonado: formación de anillos transversales (nervaduras) en el cuerpo para darle mayor resistencia radial.
- Formación de pestañas en ambos extremos del cilindro (indispensable para la posterior colocación de las tapas).
- Colocación de tapas mediante el sistema de doble cierre.

2.3.2. Envases de dos piezas

La fabricación de envases de dos piezas, obtenidos por simple embutición (1 solo golpe), es antigua y se viene empleando para muchos productos en envases de poca altura (relación altura/diámetro < 0.6). Para envases de mayor relación altura/diámetro se han desarrollado dos técnicas básicas de fabricación: embutición-reembutición (DRD) y embutición estirado (DWI).

2.3.2.1. Envases embutidos reembutados (DRD)

Son aquellos cuya altura es igual o mayor que la mitad del diámetro. La embutición se hace en varias operaciones y la conformación del envase se realiza mediante reembuticiones sucesivas. Esta técnica supone un elevado costo del equipo, lo que hace que este tipo de envases no se haya extendido tanto como otro tipo de envases.

2.3.2.2. Envases embutidos estirados (DWI)

Son envases de pared muy delgada, utilizados para productos envasados bajo presión (bebidas carbonatadas). Se obtienen a partir de un disco metálico sin barniz de espesor relativamente elevado (0.30-0.33 mm), mediante las siguientes etapas:

- Prensa de copas: embutición simple a mayor diámetro que el diámetro nominal del futuro envase.
- Reembutición: reducción del diámetro a su dimensión nominal.
- Tras diversos estiramientos se produce el alargamiento progresivo de las paredes, con reducción de su espesor, a diámetro constante.
- Formación del domo por estampación, sin reducción de espesor.
- Recorte del extremo superior no uniforme por alargamiento irregular.
- Entallado: reducción del diámetro de la boca
- Pestañado o formación de la pestaña.

Los envases DWI por su concepción y características son particularmente adecuados para cervezas y bebidas carbónicas. Se ha intentado su utilización para productos alimenticios esterilizados y bebidas no carbónicas, pero existen grandes diferencias en las exigencias técnicas de estos productos, por las diferentes tensiones mecánicas que deben soportar. En las bebidas carbonatadas, las presiones existentes refuerzan las paredes del envase, incluso las más finas.

2.4. Problemas de los envases de hojalata

Corrosión: La corrosión puede definirse como el deterioro de un material como consecuencia de un ataque químico en su entorno, principalmente por ataque electroquímico ya que los metales poseen electrones libres capaces de establecer pilas electroquímicas entre los microcristales de una aleación metálica o entre metales distintos. Además, los metales pueden reaccionar con el oxígeno produciéndose una capa de óxido en superficie.

Cuando existen dos piezas metálicas de distinta naturaleza unidas (como es el caso del hierro y el estaño) y existe una conductividad iónica (en este caso debido a la humedad del alimento envasado), se forman micropilas en los lugares donde el estaño presenta poros que permiten el contacto directo con el hierro. Este problema no suele afectar directamente al alimento, sino únicamente al envase.

Las distintas capas que constituyen la hojalata presentan siempre una estructura discontinua en mayor o menor grado, como consecuencia de la porosidad propia del material (porosidad primaria) y de los daños o efectos mecánicos (porosidad secundaria), derivados de las manipulaciones a que se ve sometido el material.

Dados los valores de los potenciales electroquímicos del hierro y el estaño, cabría esperar que el hierro actuara como ánodo, mientras que el Sn debería constituir el cátodo de la pila electrolítica. Sin embargo, al considerar la corrosión de la hojalata por elementos ácidos (alimento) se observa que, en la mayoría de los casos, es el Sn el que actúa como cátodo, y por tanto disolviéndose, mientras que sobre el hierro tienen lugar las reacciones de deposición catódica, de la que la más común es la formación de hidrógeno.

Este comportamiento anódico de estaño-ánodo de sacrificio es la base de la protección del hierro y causa de la baja corrosividad de la hojalata, lo que la hace

un material apto para el envasado de alimentos.

En resumen, se diría que por procedimientos electrolíticos, se produce un intercambio de iones estaño de la hojalata hacia el alimento (o hacia el líquido de gobierno que lo contiene), en lugar de que esto ocurra con el hierro, lo que debilitaría el envase. De esta manera, el estaño actúa como protector del hierro, que es el que proporciona la rigidez necesaria al envase.

Sulfuración: La sulfuración se produce por la reacción de los iones sulfuros de alimentos cárnicos, pescados y muchos vegetales, con el Fe y Sn de la hojalata, dando lugar a la formación de sulfuro de Sn y Fe. No resulta tóxica, aunque si ennegrece la chapa.

Barnices y recubrimientos para envases de hojalata: Uno de los puntos críticos en el envasado de alimentos en envases metálicos, es la adecuación del barniz o laca a las condiciones de elaboración y almacenamiento de los envases.

Los barnices son un medio para proporcionar resistencia a la abrasión así como para actuar como barrera frente a la corrosión externa. Limita la superficie metálica en contacto con la atmósfera reduciendo el riesgo de aparición de oxidaciones. Los factores de mayor importancia que deben considerarse durante la aplicación de un barniz son: composición y adecuación al soporte metálico, adherencia, espesor y porosidad.

2.5. Aplicaciones

Los envases de tres piezas se suele utilizar para todo tipo de conservas: pescado (atún, anchoas, mejillones, chipirones, etc.), encurtidos (espárragos), vegetales (espárragos, pimientos, champiñones, etc.), etc. En cuanto a los envases de dos

piezas, su aplicación principal son las bebidas carbonatadas.

2.6. Reciclado

A efectos de recuperación, la hojalata tiene una característica básica que la convierte en el único material para la fabricación de envases, que en la actualidad y a gran escala, puede recuperarse mecánicamente. Por el simple procedimiento de situar un electroimán sobre el flujo de basura, puede recuperarse un porcentaje muy elevado de los envases de hojalata. Esta hojalata reciclada tiene un claro mercado en la fabricación de nueva hojalata en siderurgia, ya que en la formación de la chapa férrea se utiliza gran cantidad de chatarra, que oscila entre un 20 y un 30 % del peso de la colada.

2.7. Normativa relacionada

En la **Tabla 2** se presenta un listado de la normativa aplicable.

Tabla 2. Listado de normas aplicables

Norma	Título	Aplicaciones
UNE-EN ISO 90-1:2001	Envases metálicos ligeros. Definiciones y determinación de las dimensiones y capacidades: Parte 1: Envases a agrafar. (ISO 90-1:1997). Parte 2: Envases para uso general. (ISO 90-2:1997). Parte 3: Envases de aerosol. (ISO 90-3:2000)	Envase metálicos ligeros
UNE 125102:1994	Envases metálicos ligeros. Envases metálicos para conservas de pescado y otros productos de la pesca. Dimensiones y capacidades de los envases redondos.	Conservas de productos de la pesca. Envases redondos
UNE 125200:1992	Envases metálicos ligeros. Envases metálicos para conservas y semiconservas de pescado. Dimensiones y capacidades de los envases rectangulares, ovales y oblongos.	Conservas de productos de la pesca. Envases no redondos

Norma	Título	Aplicaciones
UNE 125600:1995	Envases metálicos ligeros. Envases metálicos redondos para leche. Capacidades y diámetros.	Envases para leche
UNE 125300-1:1994	Envases metálicos ligeros. Envases metálicos redondos para pinturas, barnices y disolventes. Características dimensionales.	Envases para pinturas, barnices, etc.
UNE 125100:1992	Envases metálicos ligeros. Recipientes metálicos herméticos para alimentos y bebidas. Dimensiones y capacidades de los botes redondos para conservas surtidos de uso general.	Conservas en general
UNE-EN 13028:2002	Envases y embalajes. Envases metálicos ligeros. Envases redondos a agrafar para productos líquidos con gas añadido, definidos por su volumen nominal de llenado.	Productos líquidos con gas
UNE-EN 13027:2004	Envases y embalajes. Envases metálicos ligeros. Envases redondos a agrafar definidos por su capacidad nominal total.	Envases metálicos redondos
UNE-EN 13029:2001	Envases y embalajes. Envases metálicos ligeros. Orificio de anclaje para tapones de plástico a presión.	Envases con tapón de plástico
UNE 49312:1982	Recipientes metálicos herméticos para alimentos y bebidas. Botes para aceites comestibles.	Envases para aceite
UNE 49310:1982	Recipientes metálicos herméticos para alimentos y bebidas. Botes para conservas cárnicas y otras con ingredientes cárnicos destinadas al consumo humano.	Conservas cárnicas
UNE 49308:1983	Recipientes metálicos herméticos para alimentos y bebidas. Diámetros interiores de los botes redondos.	Alimentos y bebidas

A continuación se describe cada proceso de la fabricación de un envase.

2.8. Materia prima

2.8.1. Hojalata

- Los productos de un molino son delgadas láminas de metal.
- Estos productos incluyen hojalata estañada y cromada, entre otros.
- Cada tipo de hojalata se puede comprar en una gran variedad de espesores y temple.

- La hojalata estañada está disponible en una gran variedad de cantidades de estaño

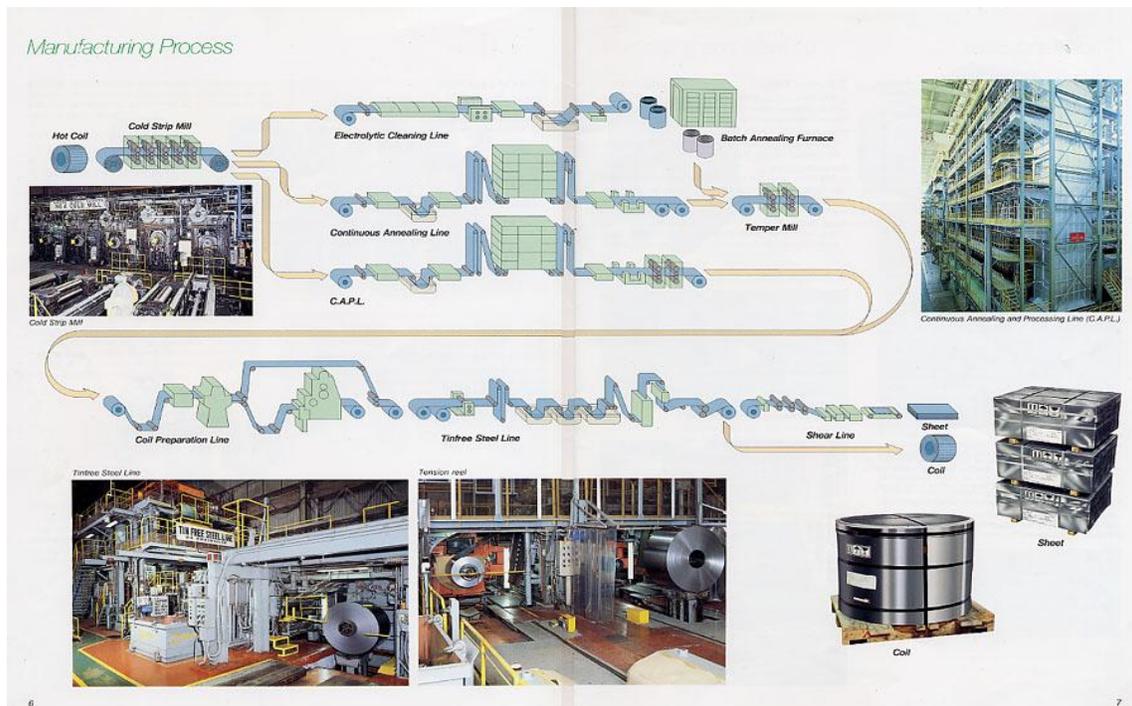


Figura 2 *Proceso de la hojalata*

2.8.1.1. Clasificación de la Hojalata

- Hojalata Libre de Estaño (TFS)
 - Hojalata cromada utilizada cuando se necesita una deformación para fabricar el producto
- Hojalata Estañada (ETP)
 - Hojalata con estaño utilizada para la formación de cuerpos
- Hojalata Diferencial
 - Hojalata ETP con diferentes contenidos de estaño en cada lado

2.8.1.2. Tipos de Hojalata

Se refiere a la composición de la hojalata con relación a los elementos metálicos (cobre, nickel y cromo)

- Clasificación: MR (el más común) Utilizada para empacar productos moderadamente corrosivos
- L: Utilizada para empacar productos altamente corrosivos
- D: Especialmente procesada para dar excelentes características de embutición

2.8.1.3. Características de la Hojalata

- **Espesor o Peso Base**
 - Espesor es el grosor de la hojalata y es medido en mm.
 - Peso base se define como el Peso Nominal en libras (lbs) de una Caja Base.
 - Una Caja Base es una unidad estimada de área superficial de 31,360 pulg².

- **Temple**
 - Es la designación numérica para indicar las propiedades mecánicas de la hojalata (dureza).
 - Para medir el temple se utiliza la prueba de dureza Rockwell
 - Unidad de medida: Rockwell C 30T

2.9. Corte de Bobina

Proceso de corte de una bobina de hojalata en secciones rectangulares

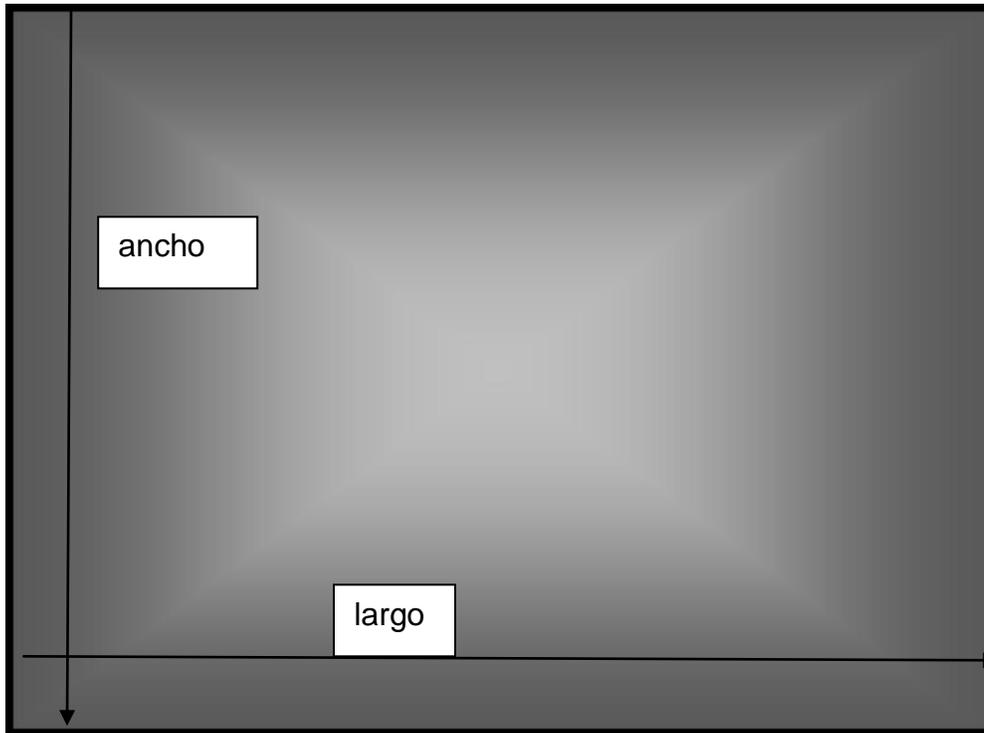


Figura 3 *Dimensiones de la lámina*

2.10. Litografía

2.10.1. Propósito

- **PROTECCIÓN** : Aplicación de recubrimientos con el fin de aislar la lámina de los agentes (productos a envasar y medio ambiente) que puedan llegar a afectarla (oxidación, corrosión, ralladura).
- **DECORACIÓN** : Potencializar la imagen del producto y su Empresa ante el consumidor final al emplear el envase como sistema de comunicación directo basado en el uso de policromías y colores pantones en la definición de una imagen deseada.

2.10.2. Desarrollo de Artes



Figura 4 *Desarrollo del Arte*

El proceso línea de litografía podrá consultarse en el **Anexo 1** adjunto a este documento.

2.10.3. Ventajas del envase litografiado

- Acompañamiento Técnico.
- Alta Calidad de Impresión.
- Lineaturas Altas.
- Buena Definición de Imágenes.
- Formulación de Tintas.
- Potencialización de Imagen.
- Policromías Completas.
- Buen Contraste.
- Mejor Duración que la Etiqueta.
- Protección Total del Producto.
- Publicidad en su Producto.

2.11. Cizalla

Proceso de corte de la lámina longitudinal y transversal que permita obtener el desarrollo y la altura del cuerpo del envase

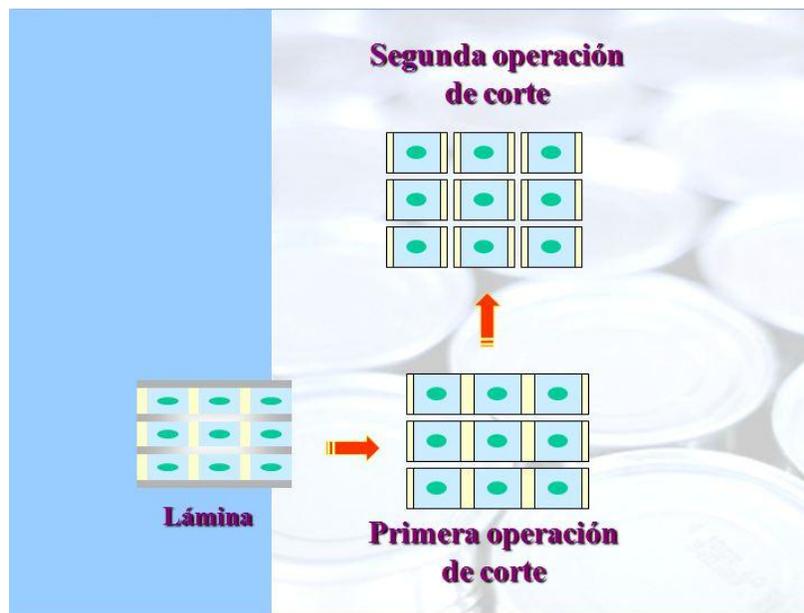


Figura 5 *Proceso corte cizalla*

A continuación se muestra la secuencia del mapa de procesos de la cizalla mencionado en el **numeral 2**.

2.11.1. Alimentación de la lámina



Figura 6 *Alimentador buldo laminar*

Por medio de un montacargas se ubica la estiba con la lámina a cortar en el alimentador. Luego se ubica la estiba en el elevador, para luego ser posicionado en la altura deseada.

La lámina debe ser tomada por las chupas de aspiración, y para esto se requiere que dicha lámina se encuentre bien centrada.



Figura 7 *Alimentación ventosa*

2.11.2. Corte de 1ra operación de la lámina

Luego de que las ventosas alimentan la lamina hacia la mesa de primero operación, la cizalla contiene unos elementos de transporte y escuadras con el fin de tener muy estable la lamina a la hora de entrar a las cuchillas de corte para una mayor ilustración se adjunta en el **Anexo 2** con los elementos ya mencionados.

2.11.3. Traslado hacia la mesa de 2da operación

Luego de que la lamina es direccionada hacia las cuchillas de corte existen una transferencia entre las mesas para esto existen una barras de direccionamiento como se muestra en la **Figura 8**.



Figura 8 *Transferencia lámina 1ra operación*

2.11.4. Corte mesa de 2da operación

La mesa de segunda operación recibe las tiras recortadas con el desarrollo de primera operación. En esta mesa se realiza el corte de segunda vuelta, el cual define la altura de los cuerpos.



Figura 9 *Corte cuchillas 2da operación*

2.11.5. Arrumado Manual

Luego de que la lamina sale de las cuchillas ya con sus respectivas dimensiones se procede a arrumar la cantidad de cuerpos expulsados, es acá donde va a influir nuestro prototipo de diseño. A continuación se muestra la condición actual de arrumado con la **Figura 10**.



Figura 10 *Arrumado Manual*

En el capítulo siguiente a esta sección se mostrarán parámetros de diseño para mejorar las condiciones de armado de cuerpos de cizalla.

2.12. Soldadura

Basado en el principio de soldadura por resistencia, la lámina se conforma de modo que forme un cilindro para esto hay gran cantidad de equipos que cumplen esa función



Figura 11 *Soldadora automática abm 150*

2.13. Resanador

Aplicación de un agente inhibidor de corrosión en las aristas que deja el proceso de soldadura.

2.13.1. Características

- Resistencia a la corrosión
- Propiedades mecánicas que le permitan conformarse junto con la hojalata

- Resistencia a sustancias químicas
- Resistencia a la esterilización



Figura 12 *Equipo resanador en polvo*

En el **Anexo 3** se encuentra diagrama de descripción de funcionamiento del resanado en polvo.

2.14. Acuelladora

Proceso de reducción del cilindro con el fin de mejorar la resistencia con cargas axiales y para un mejor embalaje a la hora de transporte.



Figura 13 *Ejemplo envase Acuellado*

En el **Anexo 4** se puede ver un ejemplo de máquina acuelladora

2.15. Biseladora

Proceso de deformación controlado de la lámina logrando un labio en los bordes del cilindro que permita que esta fluya fácilmente y se entrelace con el accesorio en el proceso de cierre.

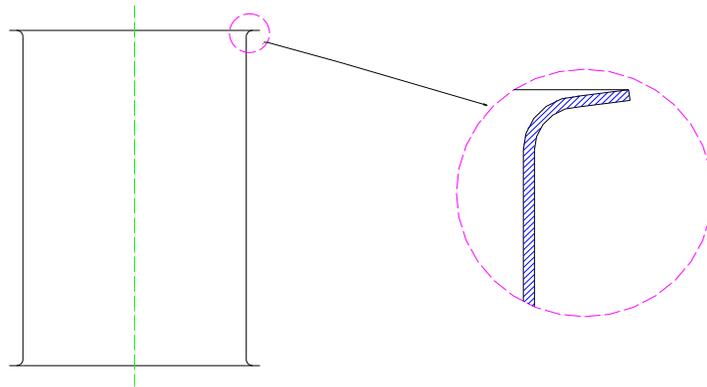


Figura 14 *Ejemplo envase biselado*

2.16. Venadora/Cordonadora

Proceso de deformación del cilindro generando pliegues a lo largo del cuerpo de modo que estos aumenten la resistencia radial del envase.

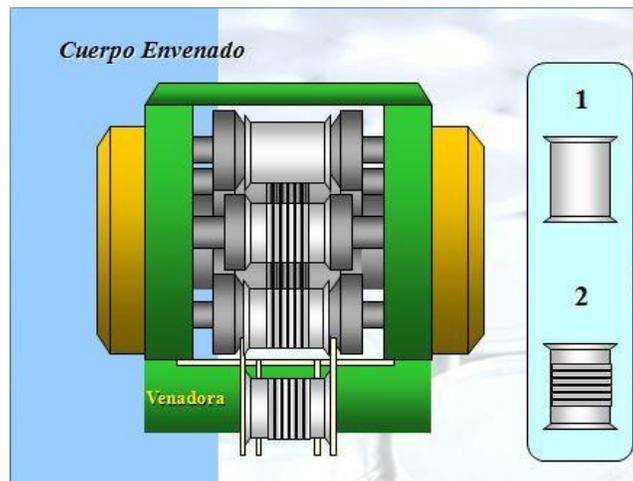


Figura 15 *Proceso envase cordonado*

2.17. Cerradora

2.17.1. Doble cierre

Interacción de dos láminas que se entrelazan para formar una traba mecánica

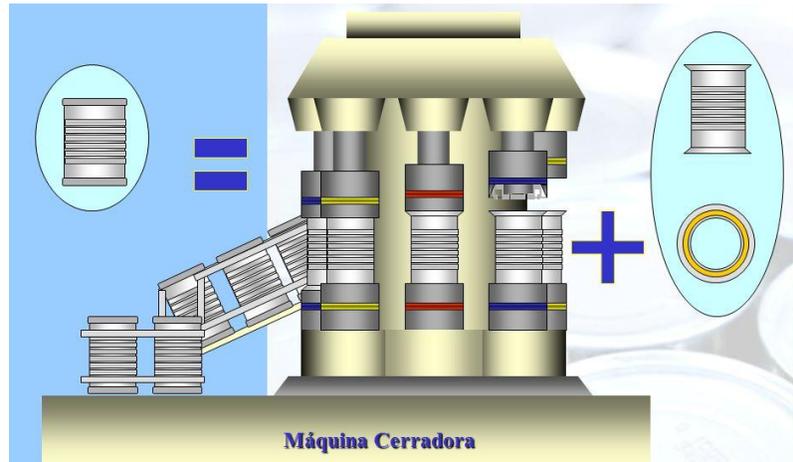


Figura 16 *Proceso de cierre de un envase*

2.18. Tester

Revisión de los envases en la cual se busca detectar discontinuidades de material en la superficie del envase

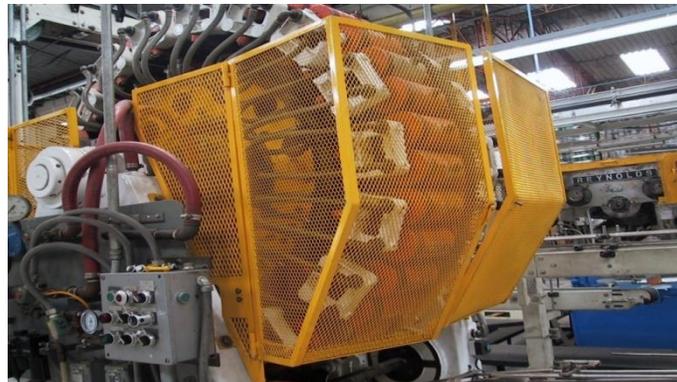


Figura 17 *Tester*

En el **Anexo 5** se muestra el diagrama de funcionamiento de un tester

2.19. Paletizado

Clasificación ordena de los envases a fin de agruparlos en cada uno de los tendidos que van a conformar la estiba

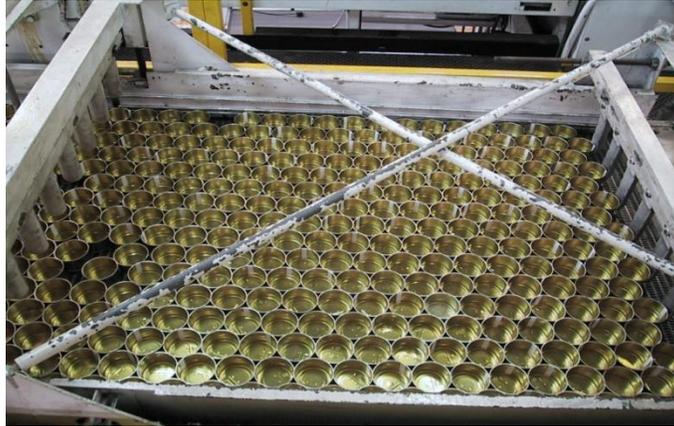


Figura 18 *Acumulación de envases terminados*

2.20. Elevadores de tijeras

Los elevadores tijera son plataformas verticalmente elevadas utilizadas para proporcionar un acceso vertical temporal a lugares altos. La principal ventaja de un elevador de tijera es que obtienes una gran elevación usando un espacio pequeño. Es decir, cuando se retracta, ocupa una fracción su altura extendida. El mecanismo de elevación aplica presión desde adentro hacia el borde exterior (Todo que se asemeja a una serie de diamantes apilados punta a punta). Esta presión comprime los materiales juntos como un acordeón y extiende la plataforma hacia arriba.

2.20.1. Tipos de Elevadores

- **Elevadores hidráulicos**

En un mundo que progresivamente acude a rascacielos para incrementar los alojamientos y espacio de oficinas, el elevador se ha tornado una herramienta muy importante. Está con nosotros desde hace más de 150 años, y su diseño básico ha cambiado muy poco. Existen dos tipos principales de elevadores, el hidráulico y

el de cable, aunque el de cable es utilizado mucho más frecuentemente. El elevador hidráulico no es típicamente eficiente en cuanto al costo y necesita demasiada energía para funcionar. No obstante es un proceso simple donde el habitáculo del elevador se apoya sobre una plataforma que está conectada a un pistón. El pistón debe ser lo suficientemente largo como para extenderse y empujar el habitáculo al piso superior, lo que significa que los ingenieros necesitan cavar muy profundo para dar espacio para descender cuando el habitáculo esté en el primer piso. Los elevadores hidráulicos tienen un tanque de fluido, normalmente aceite, y una bomba que origina que el líquido fluya hacia un eje que empuja al elevador hacia arriba. Cuando el habitáculo del elevador quiere bajar, una válvula se abre permitiendo al líquido fluir de regreso al tanque y así baja el habitáculo. Este es un sistema bueno para edificios con solo unos pocos pisos de altura.

- **Elevadores de cable**

El tipo más común de elevador es el de cable, el cual es mucho mejor desde el punto de vista del consumo de energía y no requiere perforar intensamente para su montaje. Un habitáculo del elevador es enganchado con entre cuatro y ocho cables que giran por una polea acanalada en la parte superior del edificio. Los cables están unidos a un peso del otro lado de la polea que actúa como un contrapeso, conservando la energía de modo que la polea no tiene que mover mucho para levantar o bajar el habitáculo del elevador. Un sistema de computadora incorporado ubica dónde está el habitáculo del elevador y mantiene un registro de las solicitudes de los pisos cuando se presionan los botones en el habitáculo del elevador o en los diferentes pisos. Dependiendo del sistema del elevador, la computadora calcula el mejor modo de mover el habitáculo para llevar a todos adónde necesitan ir, de la manera más eficiente posible.

2.21. Principios fundamentales

Presión

La presión ejercida por un fluido, ya sea líquido o gaseoso, sobre la superficie de las paredes del recipiente que lo contienen, y viceversa, es el cociente entre la fuerza aplicada y la superficie que recibe su acción. Es decir:

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

Ecuación 1

Donde:

P= Presión.

F= Fuerza aplicada.

S= Superficie.

La presión atmosférica es la presión que ejerce el aire existente en la atmósfera sobre la superficie terrestre, debida a su propio peso. La presión atmosférica varía con la temperatura y la altitud. Al nivel del mar, una columna de aire de 1cm² de sección y cuya altura es la atmosférica ejerce una presión de 1.031 Kp cm². A alturas más elevadas la presión es inferior (la columna pesa menos). Normalmente esta presión se mide con un barómetro.

Por último, hay que tener en cuenta que la presión en cualquier sistema de unidades se puede expresar como presión absoluta o como presión relativa. Se cumple:

$$P_{abs} = P_{atms} + P_{rel}$$

Ecuación 2

Caudal

El caudal constituye otra magnitud fundamental en la mecánica de fluidos. El caudal se define como el volumen de fluido que atraviesa por unidad de tiempo una sección transversal de una conducción:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S \cdot l}{t} = S * V$$

Ecuación 3

Donde:

Q= caudal.

V= volumen.

S = sección transversal.

t = tiempo.

l= distancia recorrida.

v= la velocidad a la que circula el fluido.

2.21.1. Leyes fundamentales de los fluidos

Al físico francés Blaise Pascal se le debe el principio fundamental de la Hidrostática (aplicable para fluidos en reposo), cuyo enunciado es: La presión aplicada, sobre un punto de una masa de fluido confinado, se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del recipiente.

En los primeros años de la revolución industrial, Bramah desarrollo una importante aplicación de este principio, la prensa hidráulica, que en esencia, consiste en dos recipientes de secciones muy diferentes, comunicados por sus partes inferiores y provistos de los correspondientes émbolos.

2.21.2. Sistemas hidráulicos

Las instalaciones hidráulicas constan de:

2.21.2.1. Grupo de accionamiento:

Se suele presentar en un bloque cerrado constituido por una bomba (movida por un motor eléctrico o de combustión), la cual produce la presión necesaria para el funcionamiento de los elementos de trabajo.

Bombas hidráulicas.

Las bombas hidráulicas son máquinas que absorben energía mecánica procedente del motor de accionamiento y comunican energía hidráulica al líquido que las atraviesa. Sus características son las siguientes:

- **Valor nominal de la presión.**-Es la presión de trabajo para la cual ha sido fabricada la bomba .Esta no debe funcionar a una presión mayor que la diseñada, para evitar esta manera que puede sufrir desperfectos o que su duración quede disminuida.
- **Caudal.**-Puede variar en función de la frecuencia de rotación de la bomba, aunque conviene que su valor se mantenga dentro de las especificaciones del fabricante.
- **Desplazamiento.**-Volumen de líquido que se bombea en una vuelta completa. Su valor es constante para cada bomba. El producto del desplazamiento por la velocidad de rotación de la bomba es el caudal.
- **Rendimiento total.**-Es el cociente entre la potencia hidráulica que produce la bomba y la potencia mecánica que ésta consume.

2.21.2.2. Elementos de transporte

Consistentes en tuberías y mangueras que interconectan los diferentes componentes y conducen el fluido dentro del sistema hidráulico. Las líneas de conducción del fluido incluyen los adaptadores, estos deben ser capaces de soportar no solo la presión calculada máxima del sistema, sino resistir los golpes de presión del sistema.

En los circuitos hidráulicos el transporte del líquido se realiza por medio de tuberías, se emplean en circuitos cuyos vínculos son móviles, o para facilitar la conexión o desconexión.

Son útiles para amortiguar vibraciones y choques, para absorber ruidos y para infinidad de aplicaciones en las que unas conexiones rígidas presentarían problemas de instalación o de funcionamiento.

Al realizar la elección de los terminales de la manguera flexible se debe tener en cuenta que por lo menos uno sea giratorio (brida giratoria, unión doble, hembra giratoria, macho giratorio, etc.). Evitar la torsión es uno de los puntos más importantes para lograr una mayor vida útil de las mangueras flexibles. Por medio de un cuidadoso montaje y una correcta combinación de terminales, este fenómeno es fácil de evitar.



Figura 19 *Tipos de manguera*

2.21.2.3. Elementos de trabajo

Son fundamentalmente, motores y cilindros. Su correcto funcionamiento exige el concurso de elementos de regulación y control, que reciben el nombre de válvulas.

Los elementos de trabajo transforman la energía comunicada a un líquido por la bomba en energía mecánica (trabajo útil). En este grupo se engloban los cilindros (elementos alternativos), los motores (elementos rotativos) y para su mejor desempeño están formados con elementos de regulación como son las válvulas.

Cilindros.

En ellos se producen un movimiento rectilíneo de un émbolo. Sus partes constituyentes son análogas a las de los circuitos neumáticos y se pueden clasificar en dos grandes grupos, según el número de recorridos por ciclo en los que realiza trabajo:

Cilindro de Efecto simple.

En los cilindros de simple efecto de la **Figura 20** el líquido empuja al pistón solamente en un sentido. El líquido entra en el tubo del cilindro por el lado del émbolo, haciéndolo desplazarse, de manera que su vástago sale (avance). El retroceso posterior del pistón hasta la posición inicial se lleva a cabo por medio de un muelle de compresión o por acción de una carga. En este retroceso no se produce trabajo útil, ya que el muelle está diseñado para llevar el pistón a su posición original sin ninguna oposición.

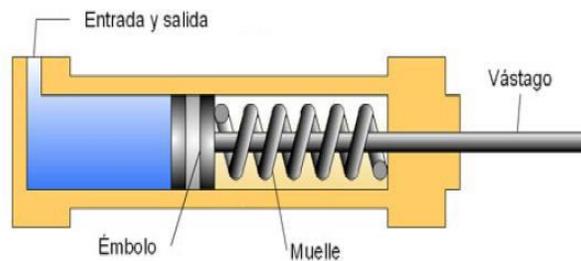


Figura 20 *Cilindro efecto simple*

Cilindro de Efecto doble.

A diferencia de los anteriores, en estos cilindros el líquido es capaz de empujar al pistón en los dos sentidos.

En la carrera de trabajo de la **Figura 21** el líquido a presión entra en el cilindro por el lado opuesto al vástago, y empuja al émbolo haciendo que el vástago salga. De esta manera, el líquido que se encuentra en el lado del vástago es desplazado y obligado a fluir por una tubería al depósito.

En el movimiento de retroceso, el líquido a presión entra en el cilindro por el lado del vástago, y empuja al émbolo haciendo que el vástago penetre en el cilindro. El líquido que se encuentra en el lado del émbolo es desplazado y empujado hacia el depósito.

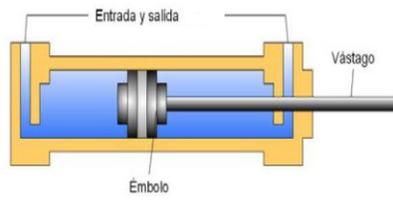


Figura 21 *Cilindro efecto doble*

3. DISEÑO

3.1. Parámetros de diseño

Los elevadores de tijeras forman parte de un grupo muy importante de herramientas que permiten facilitar el trabajo duro y debido a que existen numerosos modelos y cada uno de estos tiene su aplicación específica dentro de un campo predeterminado, los factores mencionados en los capítulos anteriores fueron tomados en cuenta para seleccionar un modelo de elevador de tijera que esté de acuerdo a los requerimientos.



Figura 22 *Diseño*

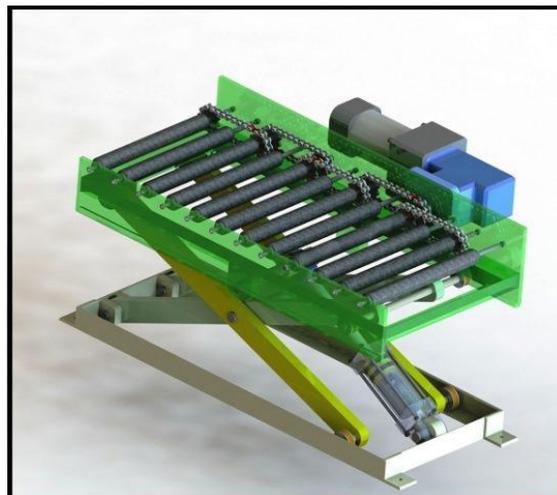


Figura 23 *Elevador de tijera a diseñar*

Los parámetros de diseño se establecieron de acuerdo a la necesidad y aplicación de un elevador de baja altura tipo tijera con accionamiento hidráulico (**Figura 23**), cuyas principales características para tomar en cuenta son el tamaño y peso máximo de los bultos de lamina que se van a levantar, sin olvidar los parámetros de seguridad necesarios para los operarios que estén en contacto con el equipo.

- Peso máximo del bulto
- Altura máxima desde el suelo al bulto
- Ancho máximo del bulto

En base a estas características se determinaron los siguientes parámetros de diseño que debe cumplir el elevador de tijeras:

- Carga máxima a levantar
- Altura máxima de elevación (y)
- Longitud máxima del elevador
- Ancho máximo del elevador
- Tiempo máximo de elevación
- Factor de seguridad mínimo recomendado

Para realizar el análisis de los elementos del elevador se utilizó un programa de diseño 3D y de elementos finitos como SolidWorks, el cual facilitó el proceso de diseño y análisis de este proyecto.

3.2. Determinación de cargas

Tomando en cuenta la carga máxima y las dimensiones fijadas en los parámetros de diseño a continuación se determinan todas las fuerzas y reacciones que actúan sobre la estructura del elevador de tijeras.

3.2.1. Fuerza requerida en el pistón del cilindro hidráulico

Para determinar la fuerza requerida en el pistón del cilindro hidráulico se utilizará el método del *Trabajo Virtual* debido a que este método es el más adecuado para analizar estructuras cuya configuración varía en función de la carga y que están formadas por una serie de eslabones conectados mediante pasadores.

peso lamina individual= 33.46g

carga total: 401.53 Kg

total # de laminas:12000

carga en Newtons= $401.53 \cdot 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} = 3934.89\text{N}$

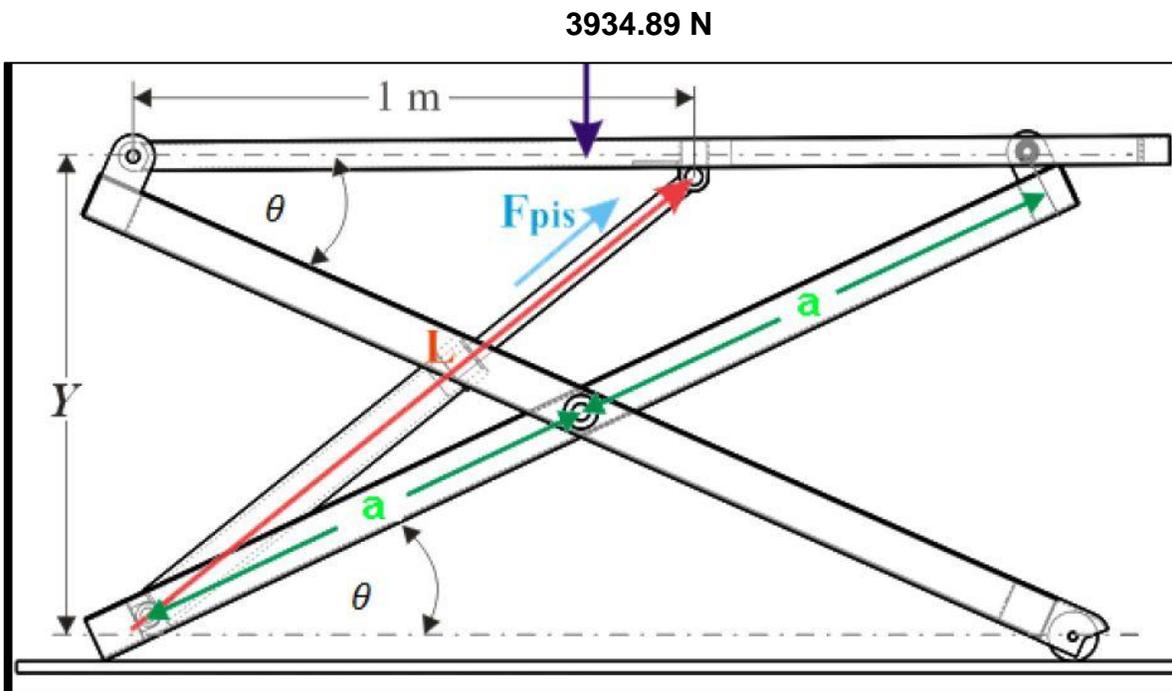


Figura 24 Diagrama del cuerpo libre y de desplazamientos virtuales del elevador.

Como se muestra en la **Figura 24**, cuando (θ) sufre una rotación virtual en sentido contrario a las manecillas del reloj, sólo la fuerza de 3934.89 N y la fuerza del pistón $F_{(pis)}$, efectúan trabajo al desplazarse a lo largo de las direcciones Y y L respectivamente.

Por consiguiente, siendo $\delta(Y)$ y $\delta(L)$ el desplazamiento virtual del peso W y la fuerza $F_{(Pis)}$, la ecuación de trabajo virtual para un desplazamiento común $\delta(\theta)$ es:

$$-W * \delta(Y) + F_{(Pis)} * \delta(L) = 0 \quad \text{Ecuación 4}$$

Desde la figura de diagrama se obtiene :

$$Y = 2a * \text{sen } \theta$$

Derivando con respecto a θ se tiene:

$$\delta(Y) = 2a * \cos \theta * \delta \theta \quad \text{Ecuación 5}$$

De forma semejante :

$$\begin{aligned} L^2 &= 1^2 + Y^2 \\ L^2 &= 1^2 + (2a * \text{sen } \theta)^2 \\ L^2 &= 1 + 4a^2 * \text{sen}^2 \theta \end{aligned}$$

Derivando con respecto a θ y simplificando se tiene:

$$\begin{aligned} 2L * \delta(L) &= 4a^2 * 2 * \text{sen } \theta * \cos \theta * \delta(\theta) \\ \delta(L) &= \frac{4a^2 * \text{sen } \theta * \cos \theta * \delta(\theta)}{L} \end{aligned}$$

Reemplazando las ecuaciones 5 y 6 en la ecuación 4 se tiene:

$$W * 2a * \cos \theta * \delta(\theta) = F_{(Pis)} * \frac{4a^2 * \text{sen } \theta * \cos \theta * \delta(\theta)}{L}$$

$$F_{(Pis)} = \frac{W * L}{2a * \text{sen } \theta}$$

$$F_{(Pis)} = \frac{W * \sqrt{1 + (2a * \text{sen } \theta)^2}}{2a * \text{sen } \theta}$$

El valor mínimo del ángulo θ para que el elevador no se bloquee cuando empieza el movimiento es de 2° , mientras que el valor máximo se obtiene en base a la longitud de los eslabones que forman las tijeras y la altura de elevación requerida (0.85 m).

$$\theta = \text{sen}^{-1} \frac{Y}{2a}$$

$$\theta = \text{sen}^{-1} \frac{0.85}{1.70}$$

$$\theta = 30^\circ$$

Por lo tanto, la fuerza requerida en el pistón del cilindro en cuando el elevador está completamente plegado $\theta = 5^\circ$ es:

$$F_{(\text{Pis})} = \frac{3934.89 * \bar{1} + (1.7 \text{ sen } 5^\circ)^2}{1.7 * \text{sen } 5^\circ}$$

$$F_{(\text{Pis})} = 26847.45 \text{ N}$$

De manera análoga, la fuerza requerida en el pistón del cilindro en cuando el elevador está completamente desplegado $\theta = 30^\circ$ es:

$$F_{(\text{Pis})} = \frac{3934.89 * \bar{1} + (1.7 \text{ sen } 30^\circ)^2}{1.7 * \text{sen } 30^\circ}$$

$$F_{(\text{Pis})} = 6075.65 \text{ N}$$

3.2.2. Reacción en el pasador de la palanca

De los resultados obtenidos en la sección anterior se determina que la mayor fuerza se requiere cuando el elevador vence la inercia y comienza el movimiento de subida, por lo tanto las reacciones en los apoyos y pasadores del elevador determinan para este instante cuando

$$\theta = 5^\circ$$

$$F_{(\text{Pis})} = 26847.45 \text{ N}$$

$$\beta = \tan^{-1} \frac{1.7 * \text{sen } 5^\circ}{0.85}$$

$$\beta = 10^\circ$$

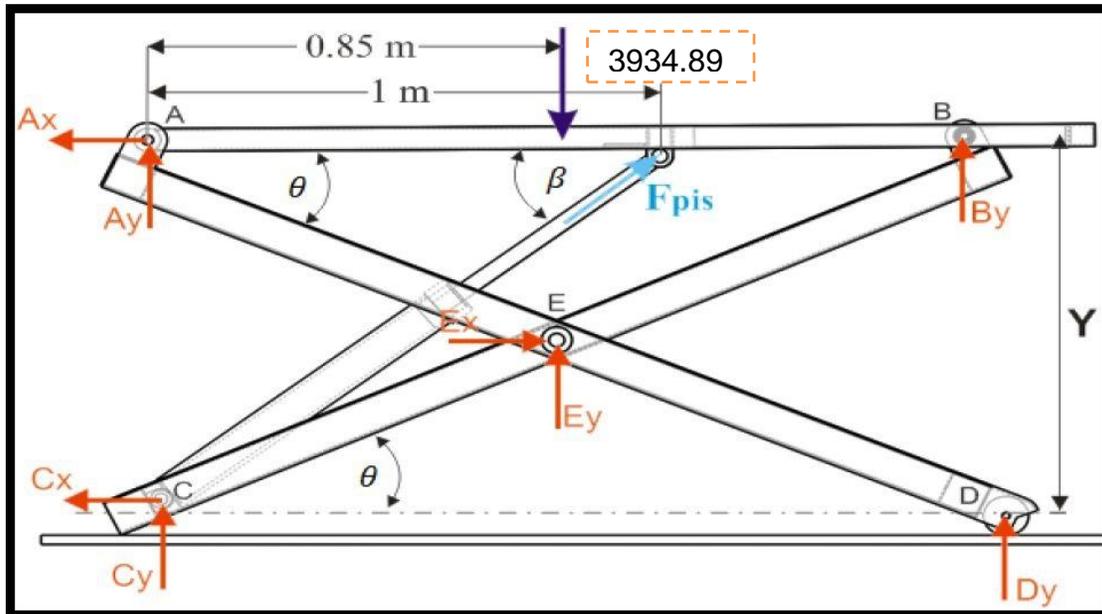


Figura 25 Reacciones en los apoyos y pasadores de la estructura.

Analizando por separado cada uno de los eslabones de la estructura del elevador mostrado en la **Figura 25** y aplicando las ecuaciones de equilibrio estático se obtiene:

En el eslabón AB:

$$MA = 0$$

$$-3934.89 * 0.85 + F_{(Pis)} * \text{sen } 10^\circ * 1.0 + By * 1.7 * \text{cos } 5^\circ = 0$$

$$By = - 740.91 \text{ N}$$

$$Fx = 0$$

$$-Ax + F_{(Pis)} * \text{cos } 10^\circ = 0$$

$$Ax = 26439.57 \text{ N}$$

$$Fy = 0$$

$$Ay - 3934.89 + By + F_{(Pis)} * \text{sen } 10^\circ = 0$$

$$A_y = 13.78 \text{ N}$$

En el eslabón AD:

$$M_E = 0$$

$$-A_y * 0.85 + A_x * \frac{0.85}{2} - D_y * 0.85 = 0$$

$$D_y = 13206 \text{ N}$$

$$F_x = 0$$

$$A_x - E_x = 0$$

$$E_x = 26439.57 \text{ N}$$

$$F_y = 0$$

$$-A_y + E_y + D_y = 0$$

$$E_y = 13192.22 \text{ N}$$

$$E = \sqrt{(E_x)^2 + (E_y)^2}$$

$$E = 29549.02 \text{ N}$$

En el eslabón BC:

$$F_y = 0$$

$$-C_x + E_x = 0$$

$$C_x = 26439.57 \text{ N}$$

$$F_y = 0$$

$$C_y - E_y + B_y = 0$$

$$C_y = 12451.31 \text{ N}$$

3.3. Selección del material

La resistencia de un material es su capacidad para resistir la acción de fuerzas aplicadas y no se puede medir con un solo número ya que la actitud de un material para resistir las cargas depende de la naturaleza de las cargas y de los tipos de esfuerzos inducidos entre otras cosas. El origen de la falla ocurre cuando un tipo particular de esfuerzo alcanza el nivel de una resistencia correspondiente al material.

Sin embargo hay un límite, llamado límite elástico, que al ser superado puede dejar fuera de servicio el material. Por lo tanto se puede tomar este parámetro como un criterio de suficiente importancia para determinar tanto el material de la pieza que se estudia, como su geometría. En cambio para este estudio se tomará como referencia la resistencia a fluencia del material, ya que es un parámetro que no se diferencia en gran medida del límite elástico y es más fácil de determinar experimentalmente.

El material utilizado será acero para toda la estructura. Ya que las dimensiones de los elementos de la Plataforma Elevadora Móvil de bultos dependen tanto del material como de la geometría.

Las propiedades del acero escogido dependerán de la sección:

- Si se elige un acero de buenas propiedades, se necesitará menos material para la sección, pero el acero será más caro.
- Si tomamos un acero de propiedades inferiores, se requerirá una sección mayor y por lo tanto mayor cantidad de acero.

Se decide utilizar un acero de propiedades estándar y por ello no excesivamente caro. Para ello, en el libro “Diseño de elementos de máquinas” autora: Virgil

Morgan Faires, se consulta la tabla AT 7 y se ve como aparecen algunos usos típicos de los aceros.

Entre los diversos usos que se indican, el nuestro corresponde con el de “Aplicaciones generales”, en concreto se escogerá el que se identifica como:

- AISI C1022
- Laminado simple
- Resistencia de fluencia: $S_y = 3656 \text{ Kg/cm}^2 = 365,6 \text{ N/mm}^2$

Tabla 3. Propiedades de los materiales

TABLA AT 7 PROPIEDADES TÍPICAS DE MATERIALES

(Véanse también ábacos para C1040, 3140, 4340; y tablas AT 8-AT 10, inclusivos.)
 Para todos los aceros forjados:
Módulo de elasticidad en tracción o compresión, E = 2109 000 kg/cm² (o bien 30 × 10⁶ psi). (Para hierro dulce, E = 1 968 000 kg/cm², o bien 28 × 10⁶ psi.)
Módulo de elasticidad en cizalladura o torsión, G = 808 500 kg/cm² (o bien 11,5 × 10⁶ psi). (Para hierro dulce, G = 703 000 kg/cm², o bien 10 × 10⁶ psi.)
La resistencia de fluencia en torsión (cizalladura) está comprendida frecuentemente entre 0,5σ_s y 0,6σ_s. Se emplea 0,6σ_s.
Límite de fatiga de una probeta pulida, flexión invertida, aproximadamente σ_s/2; tabla AT 10.
Límite de fatiga en torsión invertida, aproximadamente 0,6σ_s; véase § 4.7.
El coeficiente de Poisson es aproximadamente de 0,25 a 0,33. Se emplea 0,3 para el acero.
La densidad es aproximadamente 7,85 kg/dm³ (o bien 0,284 lb/pulg.³). (Para hierro dulce, 7,75 kg/dm³, o bien 0,28 lb/pulg.³.)

MATERIAL N.º AISI	ESTADO (c)	MÁXIMA RESISTENCIA		RESISTENCIA DE FUERZA EN TRACCIÓN		ALARGA- MIENTO EN 5,08 cm (2 pulg.)	REDUC- CIÓN EN ÁREA	NIB (DIN)
		σ _s kg/cm ² ksi	σ _{s(d)} kg/cm ² ksi	σ _b kg/cm ² ksi	σ _b kg/cm ² ksi			
Hierro dulce Acero forjado	Laminado simple	3 374(a)48(a)	2 531	36	1 757(a)25(a)	35		
C1010(k)	Estrado en frío	4 710 67	3 515	30	3 867 55	25	57	137
C1015(k)	Estrado en frío	5 413 77	4 077	58	4 429 63	25	63	170
C1020	Laminado simple	4 569 65	3 445	49	3 374 48	36	59	143
C1020	Normalizado	4 499 64	3 797*	54*	3 515 50	39	69	131
C1020	Recocido	4 007 57	3 023	43	2 952 42	36,5	66	111
C1020	Estrado en frío	5 483 78	4 077	38	4 640 66	30	59	156
C1022	Laminado simple	5 062 72	3 797	54	3 656 52	35	67	149
C1020	Laminado simple	5 424 80	4 218	60	3 586 51	32	56	179
C1035	Laminado simple	5 976 85	4 499	64	3 867 55	29	58	190
C1045	Laminado simple	6 749 96	5 062	72	4 148 59	22	45	215
C1095	Normalizado	9 913 741	7 381	105	5 624 80	8	16	285
B1113(k)	Acabado en frío	5 835 83	4 359	62	5 062 72	14	40	170
B1113	Laminado simple	4 921 70			3 163 45	25	40	138
C1118	Laminado simple	5 273 75	3 937	56	3 234 46	32	70	149
C1118(k)	Estrado en frío	5 624 80	4 218	60	5 273 75	16	57	180
C1144	OQT 1000 (538° C)	8 296 118	6 187	88	5 835 83	19	46	235
1340	OQT 1200 (649° C)	7 945 113	5 905	84	6 468 92	21	61	229
13B45	OQT 800 (427° C)	13 147 187	9 843	140	12 303 175	16	56	
2317(e)	OQT 1000 (538° C)	7 451 106	5 554	79	4 991 71	27	72	220
2340(e)	OQT 1000 (538° C)	9 632 137	7 241	103	8 437 120	22	60	285
3150	OQT 1000 (538° C)	10 616 151	7 945	113	9 140 130	16	54	300
3250(e)	QT 1000 (538° C)	11 670 166	8 577	122	10 264 146	16	52	340
4063	OQT 1000 (538° C)	12 655 180	9 491	135	11 249 160	14	43	375
4130	WQT 1100 (593° C)	8 929 127	6 679	95	8 015 114	18	62	260
4130(e)	Estrado en frío	8 577 122	6 398	91	7 381 105	16	45	248
4340(e)	Estrado en frío	8 577 122	6 398	91	7 381 105	15	45	248
4640(e)	OQT 1000 (538° C)	10 686 152	7 311	104	9 140 130	19	56	310
5140(e)	OQT 1000 (538° C)	10 546 150	7 945	113	8 999 128	19	55	300
5140(e)	Estrado en frío	7 381 105	5 554	79	6 187 88	18	52	212
8630	Estrado en frío 10 %	8 085 115	6 046	86	7 030 100	22	53	222
8640	OQT 1000 (538° C)	11 249 160	8 437	120	10 546 150	16	55	330
8760	OQT 800 (427° C)	15 468 220	11 600	165	14 068 200	12	43	429
9255	OQT 1000 (538° C)	12 655 180	9 491	135	11 249 160	15	32	352
9440	OQT 1000 (538° C)	10 686 152	7 311	104	9 491 135	18	61	311
9850	OQT 1100 (593° C)	12 655 180	9 491	135	11 108 158	15	48	360

FERROSOS FORJADOS (eDULCESa) [1, 2, 1.2, 2.4, 2.19]

El coeficiente de dilatación térmica (lineal) es de 0,000126 cm/cm·°C (o bien 0,000007 pulg./pulg·°F). (Para hierro dulce es de 0,000117 cm/cm·°C, o bien 0,0000065 pulg./pulg·°F.)
 Varía apreciablemente con un cambio grande de temperatura. Véase § 2.22 para aplicaciones criogénicas.

Notas: Una B precediendo al número AISI indica Bessemer, como B1113; $\frac{A}{A}$ C delante indica acero Siemens-Martin, como C1020. (a) Valores mínimos. (b) Recocido. (c) QT 1000 indica acero templado y revenido a 1000° F (o sea a 538° C), etc. Las expresiones OQT o bien WQT significan que el correspondiente tratamiento térmico se efectúa en aceites (oil), o bien en agua (water), respectivamente. (d) La resistencia máxima en cizalladura se ha tomado arbitrariamente igual a 0,75 de la máxima resistencia a la tracción; excepto los valores señalados con asterisco * que son valores de ensayo. (e) Probeta de 25,40 mm (una pulgada). (f) Torsión. (g) Recocido en factoría. (h) Estrado en frío. (i) Véase § 2.2 para definición. (j) Muesca en V Charpy, 21,1° C (o bien 70° F). (k) Las propiedades dependen de la magnitud del trabajo en frío.

AISI	ESTADO	MAQUI- NARI- LIDAD (i)	ALGUNOS USOS TÍPICOS OBSERVACIONES	
			kgm	pie-lb
B60		50(h)	ASTM A85-36, A41-36.	
		50	Barras, tiras, chapa, placa. Perfiles estrados en frío.	
		50	Barras, chapas. Tabla AT 8. Para cementación: tabla AT 11.	
B79	8,84	64	Acero estructural; plica, chapa, tira, alambre.	
B74	9,95	72	Calidad de cementación; tabla AT 11.	
B66	11,06	80	Aplicaciones generales.	
B61		67	Piezas diversas de máquinas forjadas en frío; barras.	
B41	8,29	60	(i)(h) Aplicaciones generales.	
B38	7,60	60	Piezas de maquinaria. Tabla AT 8.	
B91	6,22	45	57 Piezas de máquinas. Pueden ser tratadas térmicamente. Tabla AT 9.	
B96	4,14	30	51 Ejes grandes.	
C25	0,41	3	39 Herramientas, muelles. Usualmente, tratadas térmicamente. Tabla AT 9.	
B87		135	Mecanizado fácil; alto contenido de azufre.	
B76			Mecanizado fácil; alto contenido de azufre.	
B81	11,06	80	82 Mecanizado fácil; ordinariamente sin soldadura. Cementación; tabla AT 11.	
	15,20(j)	110(j)	85 Tabla AT 8 para C1117.	
C22	4,97	36	65(b) Mecanizado fácil. Alto contenido de azufre. Tablas AT 8 y AT 9 para C1137.	
C31	13,13	95	45(g) (1,75 % Mn). Acero al manganeso.	
C42			1345 con boro para mejorar la templabilidad.	
B97	11,75	85	55(h) (0,3 % Ni). Engranajes, forros (cambias) de bomba, etc.	
C30	6,91	50	31 (0,3 % Ni). Engranajes, etc.	
C32	6,36	46	(1,25 % Ni, 0,8 % Cr). Engranajes, pernos, ejes, etc.	
C36,5	4,14	30	55(b) (1,85 % Ni, 1,05 % Cr). Engranajes, etc.	
C40	8,15	59	(0,25 % Mo). Ejes, barras, etc.	
C25	11,75	85	65(b) (0,95 % Cr, 0,20 % Mo). Ejes, piezas forjadas, pasadores, tubos para aviación.	
			45(g) (1,85 % Ni, 0,8 % Cr, 0,25 % Mo). Aplicaciones generales. Figura AF 3.	
C33	5,66	41	55(b) (1,85 % Ni, 0,25 % Mo).	
C32			60(b) (0,80 % Cr). Engranajes, ejes, pasadores, etc.	
			60(g) (0,55 % Ni, 0,5 % Cr, 0,2 % Mo). Tabla AT 9.	
C35	4,97	36	60(b) (0,55 % Ni, 0,50 % Cr, 0,20 % Mo).	
C46	2,62	19	50(b) (0,55 % Ni, 0,50 % Cr, 0,25 % Mo). Herramientas, engranajes, pernos.	
C36	0,96	7	45(b) (2,00 % Si, 0,82 % Mn). Muelles, cinceles, herramientas.	
C33	10,09	73	60(b) (0,45 % Ni, 0,4 % Cr, 0,11 % Mo).	
C37	6,91	50	50(b) (1 % Ni, 0,8 % Mn, 0,8 % Cr, 0,25 % Mo). Servicio pesado; aplicaciones generales.	

De acuerdo con esto se tomará $N = 3$ como coeficiente de seguridad para la determinación del perfil necesario de las barras y del espesor de la plataforma. Es decir que el valor de la resistencia a fluencia que tomaremos como referencia será:

$$S_y = \frac{365.6}{3} = 121.86 \text{ N/mm}^2$$

3.4. Modelado y ensamblaje del elevador

En ésta sección se presenta el resultado de la búsqueda, con la ayuda de SolidWorks, del diseño más adecuado del elevador de tijeras para bultos de cuerpo de laminas, acorde a cumplir con todos los requerimientos de funcionalidad y seguridad exigidos para este tipo de equipo.

Con la aplicación de los diferentes comandos para croquizar, así como para crear y editar operaciones de sólidos disponibles en SolidWorks, a continuación se modelan en 3 dimensiones los diferentes componentes mecánicos que forman parte de elevador, para posteriormente realizar su ensamblaje, simulación de movimiento y análisis de esfuerzos mediante SolidWorks Motion y SolidWorks Simulation respectivamente.

3.5. Diseño y selección de elementos hidráulicos del elevador

Para seleccionar los diferentes componentes del sistema hidráulico es necesario determinar los requerimientos de presión y caudal de aceite en el sistema.

Debido que la fabricación del elevador servirá para la compañía nos han permitido utilizar la centralita de mando electrohidráulico existente en el laboratorio (**Figura 26**), la presión que debe entregar la bomba es de $p=3000\text{psi}$ y a sus revoluciones

que pudimos conocer en base a la placa del fabricante, se ha determina los siguientes cálculos del cilindro hidráulico que necesitamos.



Figura 26 *Centralita de mando electrohidráulico.*

3.5.1. Selección del cilindro

Es muy importante para su selección depende de la aplicación específica. El criterio a utilizar en la selección del tamaño del cilindro es:

- Fuerza de salida para extensión del tamaño y retracción.
- Velocidad del pistón para extensión y retracción.
- Mecanismo de fijación del cilindro.

La fuerza de salida puede ser expresada en Newton o equivalente. Está depende del desarrollo de la presión de 3000psi partiendo de este dato pudimos calcular los siguientes datos:

El diámetro del cilindro $A = \frac{\pi d^2}{4}$ **Ecuación 6**

suponiendo que: $A = \frac{F}{P}$ **Ecuación 7**

Suponiendo que el área A es igual a la fuerza ejercida F, entre la presión, en este caso de la bomba.

Deducimos : $A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{F}{P}$

Entonces: $d^2 = \frac{4F}{\pi P}$

Sustituyendo los valores de la fuerza y presión

Donde :

presión es igual a 3000 Psi = $20684277.26 \frac{N}{m^2}$

F= fuerza máxima requerida en el pistón = 26847.45 N.

A= Área del pistón

d= diámetro del pistón

Tenemos que el diámetro del cilindro deberá de ser de:

$$d^2 = \frac{4 * 26847.45 N}{\pi * 20684277.26 \frac{N}{m^2}}$$

$$d = 0.04 m \quad 4 \text{ cm}$$

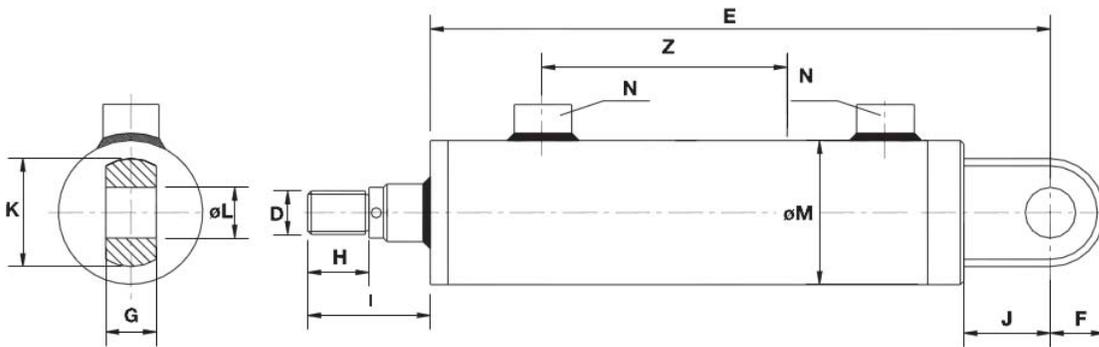


Figura 27 Esquema cilindro

Tabla 4. Selección del Pistón

REF.	ø VAST. ROD	ø PISTÓN	Z CARRERA STROKE	E	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N BSP
8300/Z	20	32	50 - 2000	127 + Z	M14x1,5	13	16	18	35	20	26	12	42	1/4
8301/Z	22	40	50 - 2000	122 + Z	M16x1,5	16	20	22	40	25	32	16	50	3/8
8302/Z	25													
8303/Z	28													
8304/Z	25	50	50 - 2000	132 + Z	M20x1,5	20	25	28	48	28	40	20	60	3/8
8305/Z	28													
8306/Z	30													
8307/Z	36													
8308/Z	30													
8309/Z	35	60	50 - 2000	138 + Z	M27x2	25	32	36	58	32	50	25	70	3/8
8310/Z	40													
8311/Z	36	63	50 - 2000	138 + Z	M27x2	25	32	36	58	32	50	25	75	3/8
8312/Z	40													
8313/Z	45													
8314/Z	35	70	50 - 2000	146 + Z	M27x2	25	32	36	58	32	50	25	80	3/8
8315/Z	40													
8316/Z	45													
8317/Z	36													
8318/Z	40													
8319/Z	45	80	50 - 2000	171 + Z	M33x2	32	40	45	68	45	64	32	95	3/8
8320/Z	50													
8321/Z	56													
8322/Z	45	100	50 - 2000	193 + Z	M42x2	40	50	56	85	55	80	40	115	1/2
8323/Z	50													
8324/Z	56													
8325/Z	60													
8326/Z	70													
8327/Z	70	125	50 - 2000	260 + Z	M48x2	50	60	63	92	65	100	50	145	3/4
8328/Z	90													
8329/Z	80	140	50 - 2000	293 + Z	M64x3	56	65	85	120	70	112	56	160	3/4
8330/Z	90													
8331/Z	110	160	50 - 2000	313 + Z	M80x3	63	80	95	130	75	126	63	180	1
8332/Z	110													
8332/Z	110	200	50 - 2000	373 + Z	M80x3	80	100	95	130	95	160	80	230	1

3.6. Cálculo de caudal

Ya teniendo el diámetro del cilindro, se puede calcular el caudal "Q".

$$Q = \frac{V}{t} = A * v$$

donde :

Q= caudal

v= volumen

A=area

V= velocidad

t= tiempo

Sustituyendo el diámetro en la ecuación obtenemos.

$$A = \frac{\pi (0.04)^2}{4}$$

$$A = 0.0012 \text{ m}^2$$

$$V = \frac{d}{t} = \frac{0.04}{25} = 0.0016 \text{ m/s} = 0.096 \text{ m/min}$$

Ya calculada la velocidad sustituimos estos datos en la fórmula para calcular el caudal.

$$Q = A * v$$

$$Q = (0.0012 \text{ m}^2)(0.096 \text{ m/min})$$

$$Q = 0.0001152 \text{ m}^3/\text{min} = 1.15 \text{ lt/min}$$

3.3 Cálculo de la potencia del motor eléctrico.

Después de calcular caudal, seguimos con el cálculo de la potencia requerida del motor eléctrico.

En este caso utilizaremos la eficiencia de la bomba de engranes internos es de 0,9, gracias a que tiene un rango de 0,8 hasta 0,91.

$$P = \frac{\text{presion} * \text{caudal}}{600 * \zeta \text{ bomba}} \text{ Kw}$$

donde:

ζ = eficiencia de bomba

P = bar

Q = l/min

$$P = \frac{206 \text{ bar} \left(1.15 \frac{\text{lt}}{\text{min}} \right)}{600 \cdot 0.9} \text{ Kw}$$

$$P = 0.43 \text{ Kw} = 0.32 \text{ Hp}$$

3.7. Selección de los componente del circuito hidráulico

Los diferentes componentes del circuito hidráulico fueron seleccionados en función del caudal total, la presión máxima y la potencia requerida por el sistema.

3.7.1. Selección de válvula direccional

En nuestro caso necesitamos una válvula de cuatro vías y dos posiciones la como se observa en la (**Figura 28**) la cual simularemos en Festo para la selección de esta válvula hace falta conocer algunos parámetros como son:

- **Presión.**

El diseñador debe de buscar en el catalogo la máxima presión a la cual puede estar sujeta la válvula.

- **Capacidad de flujo.**

El máximo flujo es también obtenido de las necesidades en el ciclo de trabajo. Se debe considerar el flujo que pasara a través de la válvula.

- **Operadores.**

Los operadores dependerán del tipo de accionamiento seleccionado anticipado para el cambio de corredera, estos pueden ser: manual, eléctrico, pilotado, mecánico.

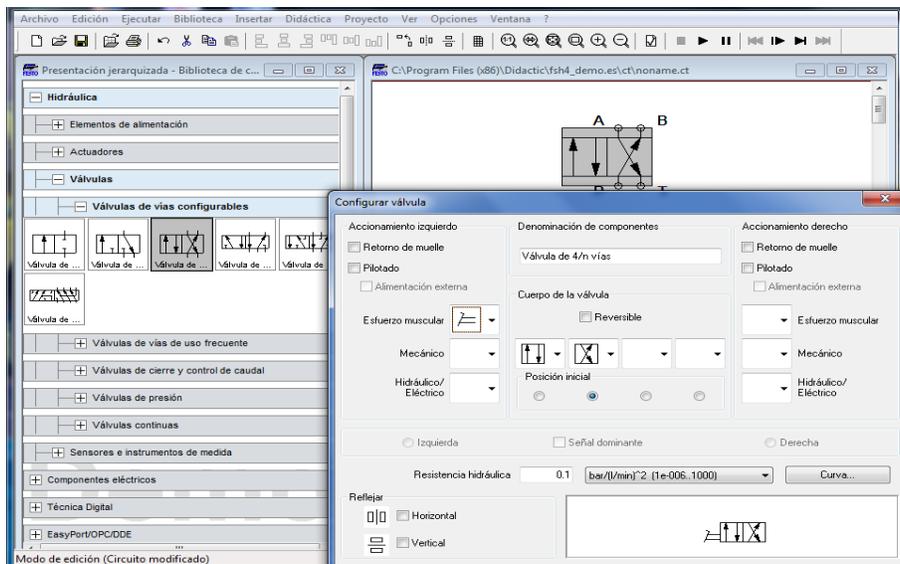


Figura 28 *Válvula direccional.*

3.7.2. Selección de válvula de control de flujo

Para la selección de esta válvula se debe considerar lo siguiente:

- **Presión del sistema.**

La válvula debe de poder operar en un rango de presión aceptable con respecto a la de trabajo.

- **Flujo.**

Al igual que la válvula direccional se debe de verificar el máximo caudal que puede pasar a través de ella.

- **Rango de flujo.**

La válvula de control de flujo puede requerir que se ajuste al máximo o al mínimo flujo del sistema.

- **Exactitud.**

La válvula debe cubrir con precisión este factor ya que en algunos casos se necesita un caudal determinado a la entrada de un actuador.

En la **Figura 29** podemos observar la válvula escogida para nuestro circuito hidráulico.

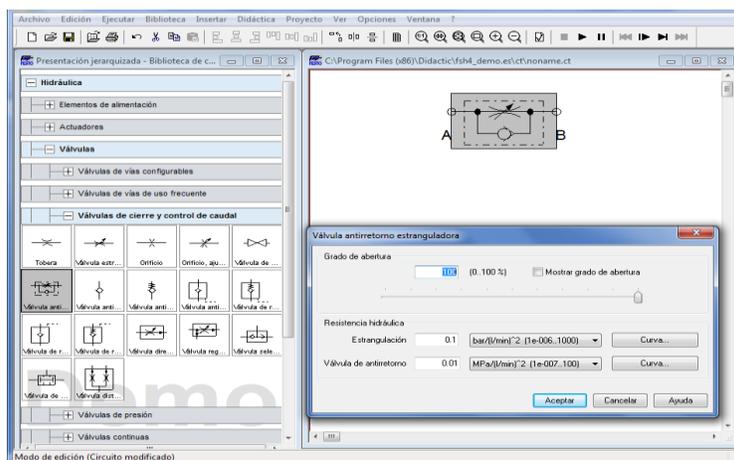


Figura 29 *Válvula de control de flujo.*

3.7.3. Selección de válvula reguladora de presión

Se ha conseguido elegir esta válvula (**Figura 30**) considerando los siguientes aspectos:

- **Presión máxima.**

La máxima presión del sistema debe influenciar la selección de esta válvula.

- **Control de presión.**

El diseñador debe determinar a través del perfil del circuito el nivel de control y variación durante el ciclo de trabajo.

- **Flujo.**

La razón de flujo a través de la válvula durante el ciclo y la pérdida de carga son factores a tomar en cuenta

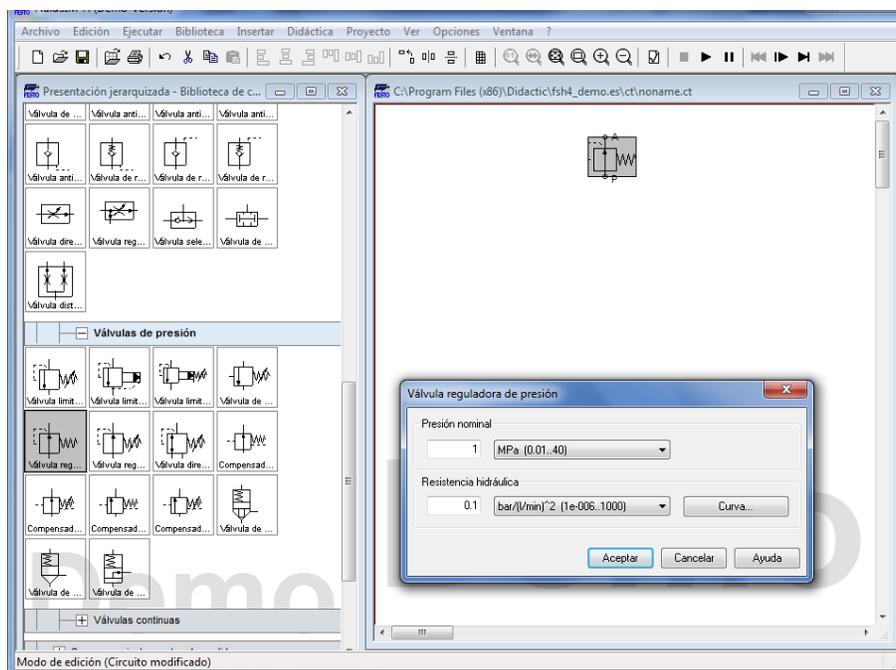


Figura 30 Válvula reguladora de presión

3.7.4. Selección de mangueras

La elección de mangueras, tubos y adaptadores hidráulicos dependerá de los siguientes factores:

- Presión estática y dinámica.
- Máximo caudal.
- Compatibilidad con los diferentes fluidos.
- Vibración.
- Permisividad de las fugas

Los estilos de mangueras varían en rangos de presión de acuerdo a sus medidas de construcción. Una manguera con diámetro interno pequeño soportara un rango de presión mayor que una manguera de idéntica construcción pero de diámetro mayor. Para comparar estos rangos, la industria ha dividido los rangos de presión como se observa en la tabla se ha podido seleccionar que nuestra manguera será de muy alta presión por los datos obtenidos.

Tabla 5. Rango de presión de mangueras

RANGOS DE PRESION	PSI	Bar
Baja	200-300	13,79 – 20,68
Media	250- 300	17,24 – 20,68
Alta	1125-5000	77,57-344,74
Muy alta	2000-4000	137,9-275,8
Ultra	3000 - 10000	206,84-689,5

3.8. Conexión del circuito hidráulico en FluidSIM-H Festo Didáctica.

Una vez seleccionado todos los componentes para nuestro circuito hidráulico procedemos a simular.

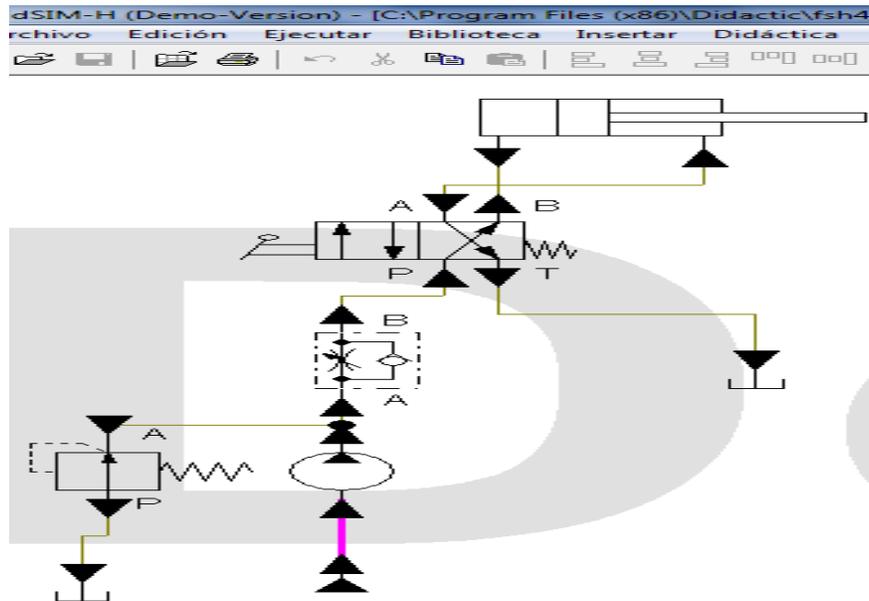


Figura 31 *Conexión del circuito hidráulico en FluidSIM-H Festo Didáctica.*

4. CONCLUSIONES

- El diseño del elevador cumple con las condiciones de mantenimiento, reparación para el fácil acceso a sus componentes de partes internas como pasadores y estructura .
- El uso de software de diseño 3D minimiza el tiempo de diseño además de proporcionar una visualización del proyecto a realizarse.
- Construimos un mecanismo con una estructura en acero robusta y de componentes hidráulicos, eléctrico de alta calidad y de fácil instalación permitiendo elevar una capacidad máxima de 750 kg.

5. RECOMENDACIONES

- Asegurar del correcto posicionamiento del bulto de lamina sobre el elevador, muy lentamente asegurándose que el mismo sea centrado sobre la plataforma para evitar el peligro de desequilibrio.
- Tener limpia la zona cerca del elevador; secar eventuales manchas de aceite para evitar resbalamiento.
- Verificar que la zona operativa del elevador sea iluminada bien y en manera uniforme. Es arriesgada una iluminación no idónea y insuficiente.
- Verificar que la línea de alimentación eléctrica sea protegida adecuadamente por un interruptor magneto térmico con capacidad (380v-16 con fusibles de protección de 16A) y características adecuadas y conformes a las normativas vigentes de seguridad.
- Mantener el elevador en plena eficacia es indispensable respetar los periodos de manutención.
- Es importante no sobre pasar el peso máximo de carga del elevador ya especificado.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] MOTT, Robert L. "Diseño de elemento de maquinas". Prentice Hall Hispanoamericana S.A. Segunda edición. 1992.

[2] Beer, F. y Johnston, E. "Mecánica Vectorial para Ingenieros I, Estática. Bogotá, Colombia", 1979. McGraw-Hill Latinoamericana, S.A.

[3] SHIGLEY, Joseph. "Diseño en ingeniería mecánica". Sexta edición. 1990.

[4] Norton, Robert L, "Diseño de máquinas" Primera edición, 1999. Prentice Hall Hispanoamericana S.A

[5] E Morgan, "Tinplate and modern canmaking technology" Pergamon Press.

[6] F. Paine, H. Paine, "Manual de envasado de alimentos", 1994. A. Madrid Vicente, Ediciones.

[7] T.A. Turner, "Canmaking technology of metal protection and decoration", 1998. Blackie academic and Professional.

[8] Vanegas. Juan Sebastian, instructivo cambio de referencia cizalla cepak, base de datos interna de Prodevases S.A.S, (abril - 2009), citado el 14 de noviembre de 2013.

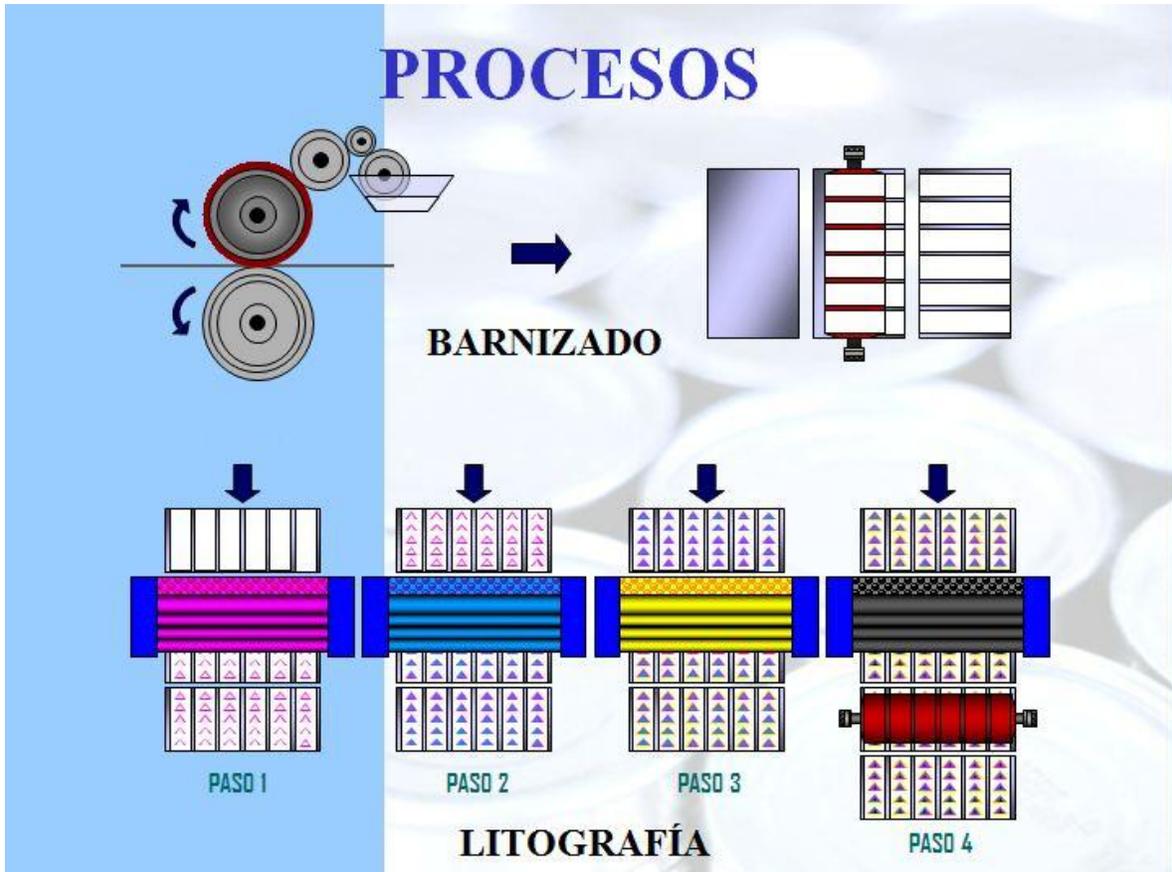
[9] Prodevases S.A.S (Medellín - Colombia) , historia de los envases de hojalata [CD-ROM], Windows Xp o posterior.

[10] Prodevases S.A.S (Medellín - Colombia) , procesos de envases de hojalata [CD-ROM], Windows Xp o posterior

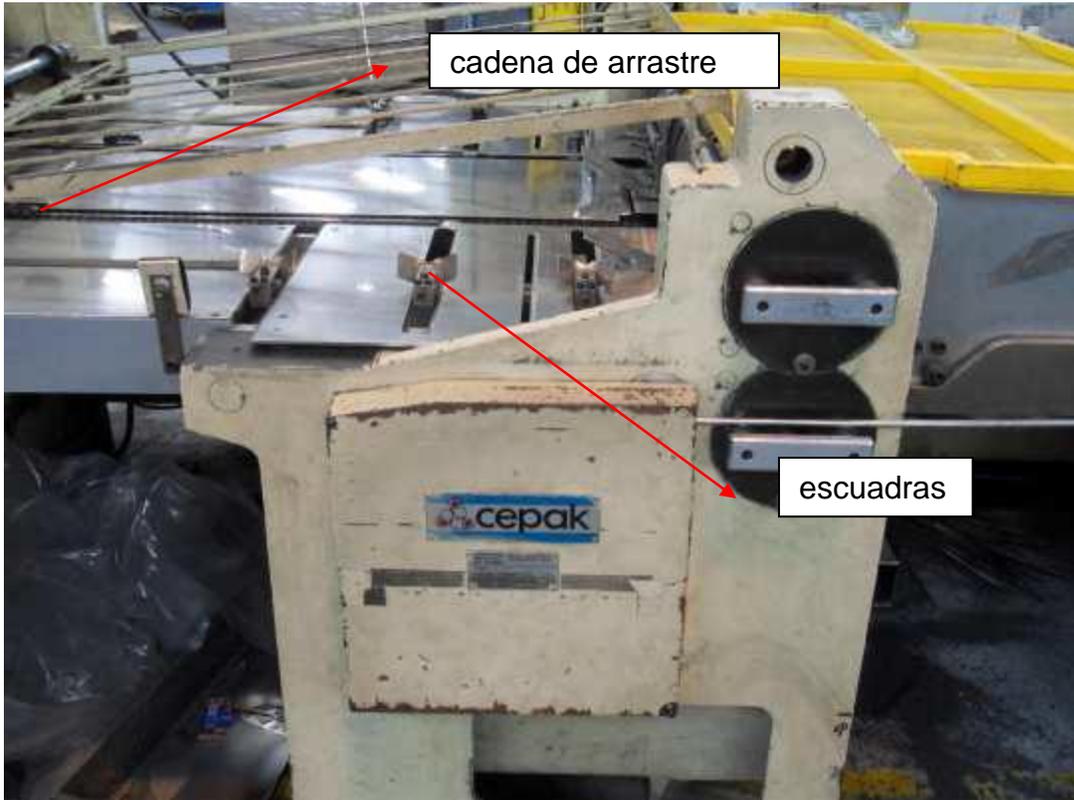
[11] Diego Orlando Chicaiza Molina, Latacunga, Julio del 2011 “Diseño y Construcción de un Elevador para Motocicletas y Cuatriciclos” Volumen 1, Trabajo de grado (Ingeniero Automotriz),Facultad de ingeniería.

7. ANEXOS

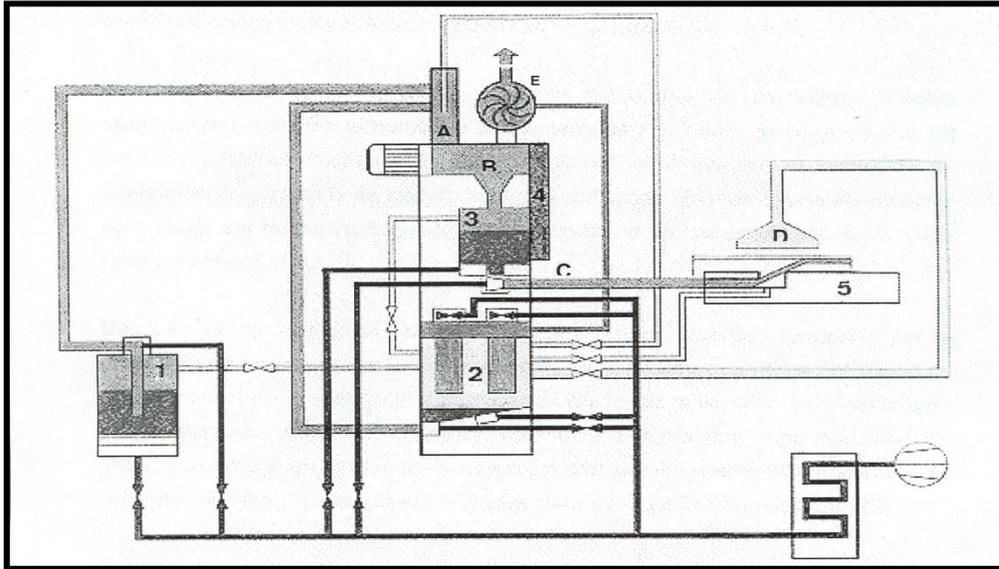
ANEXO 1. DIAGRAMA DE PROCESOS LITOGRAFÍA



ANEXO 2. MESA DE PRIMERA OPERACIÓN CIZALLA



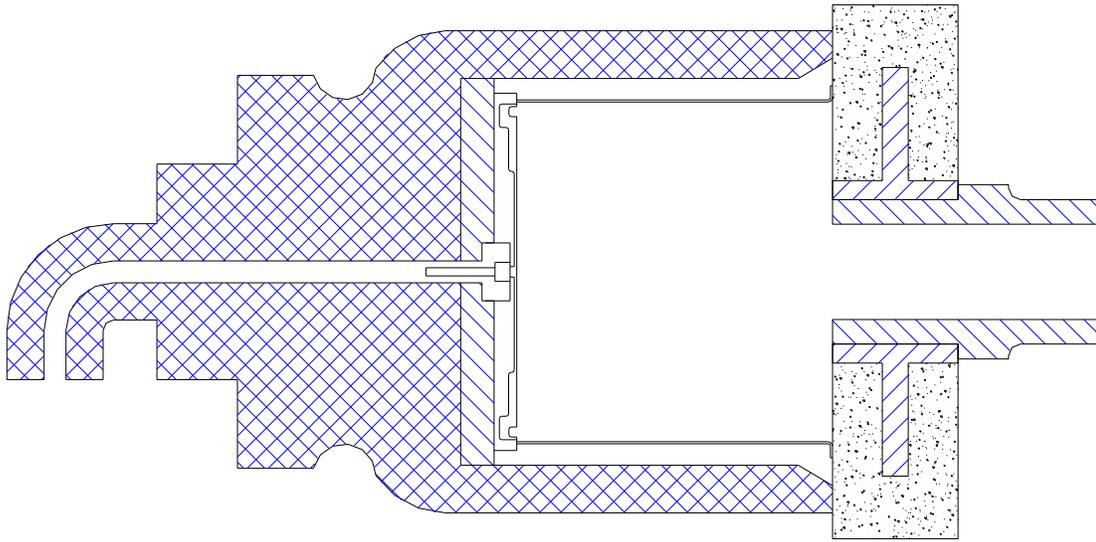
ANEXO 3. FUNCIONAMIENTO RESANADOR EN POLVO.



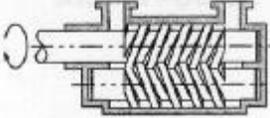
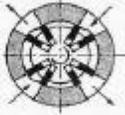
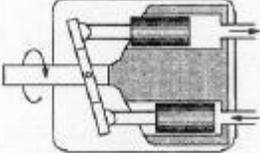
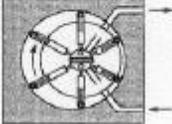
ANEXO 4. MÁQUINA ACUELLADORA.



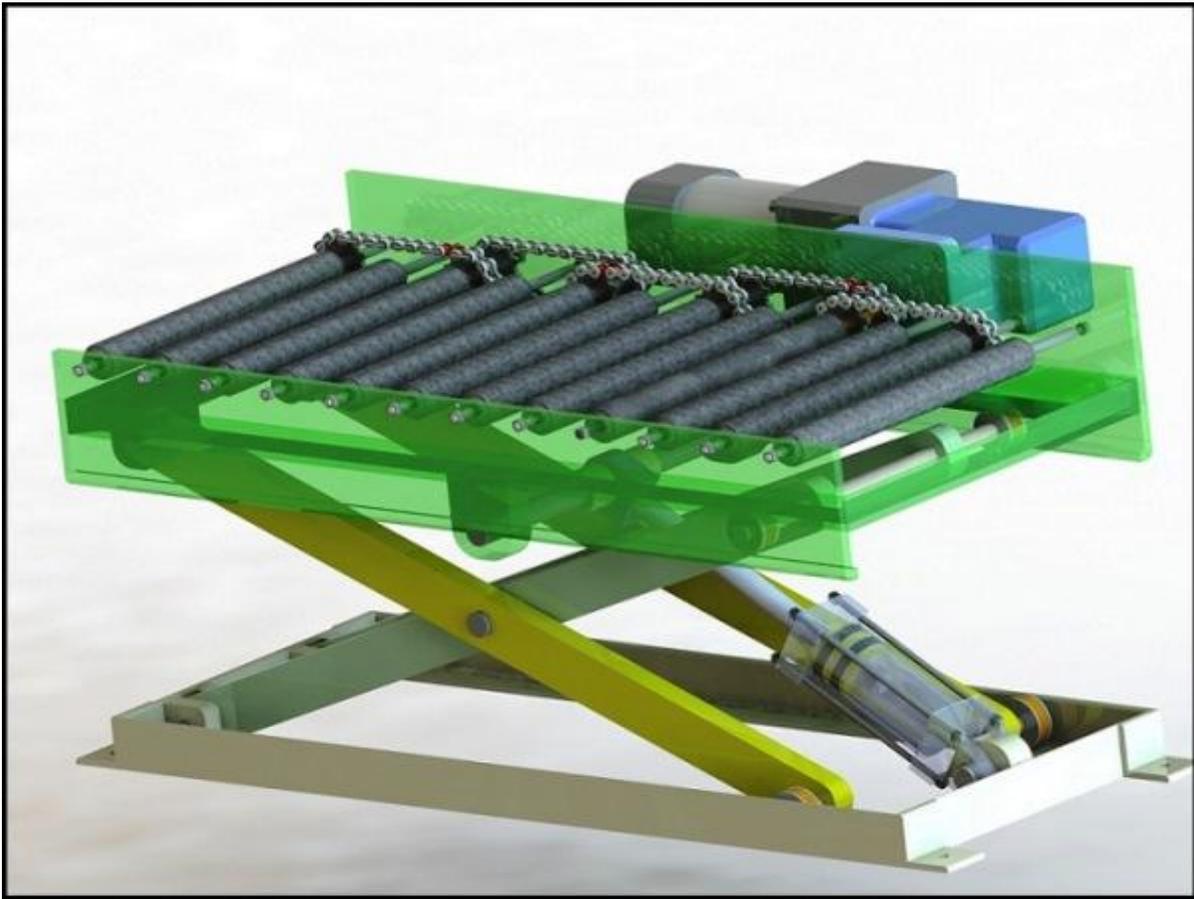
ANEXO 5. ESQUEMA BOLSILLO - TESTER



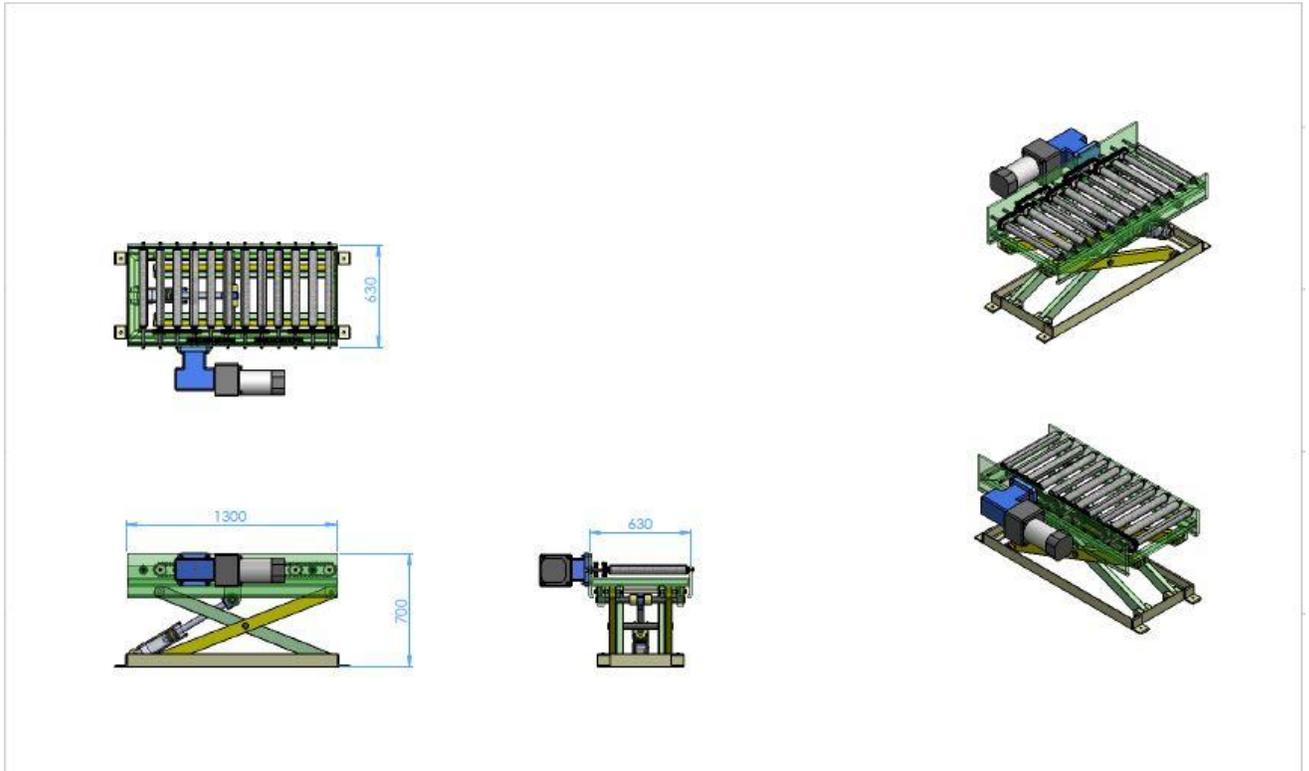
ANEXO 6 TIPOS DE BOMBAS

	Tipo de bomba	Margen de revoluciones r.p.m.	Volumen de expulsión (cm ³)	Presión nominal (bar)	Rendimiento
	Bomba de engranajes externos	500 - 3500	1,2 - 250	63 - 160	0,8 - 0,91
	Bomba de engranajes internos	500 - 3500	4 - 250	160 - 250	0,8 - 0,91
	Bomba helicoidal	500 - 4000	4 - 630	25 - 160	0,7 - 0,84
	Bomba de aletas celulares	960 - 3000	5 - 160	100 - 160	0,8 - 0,93
	Bomba de émbolos axiales - 3000	100	200	0,8 - 0,92
		750 - 3000	25 - 800	160 - 250	0,82 - 0,92
		750 - 3000	25 - 800	160 - 320	0,8 - 0,92
	Bomba de émbolos radiales	960 - 3000	5 - 160	160 - 320	0,90

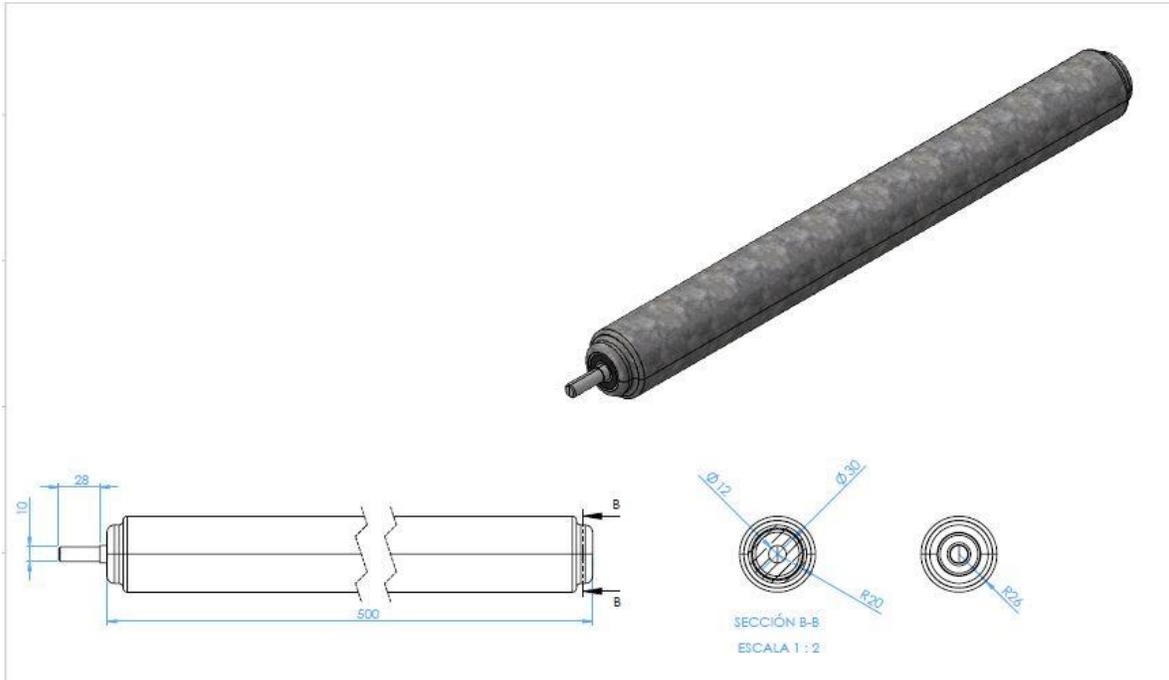
ANEXO 7 PROTOTIPO MESA TIPO TIJERA



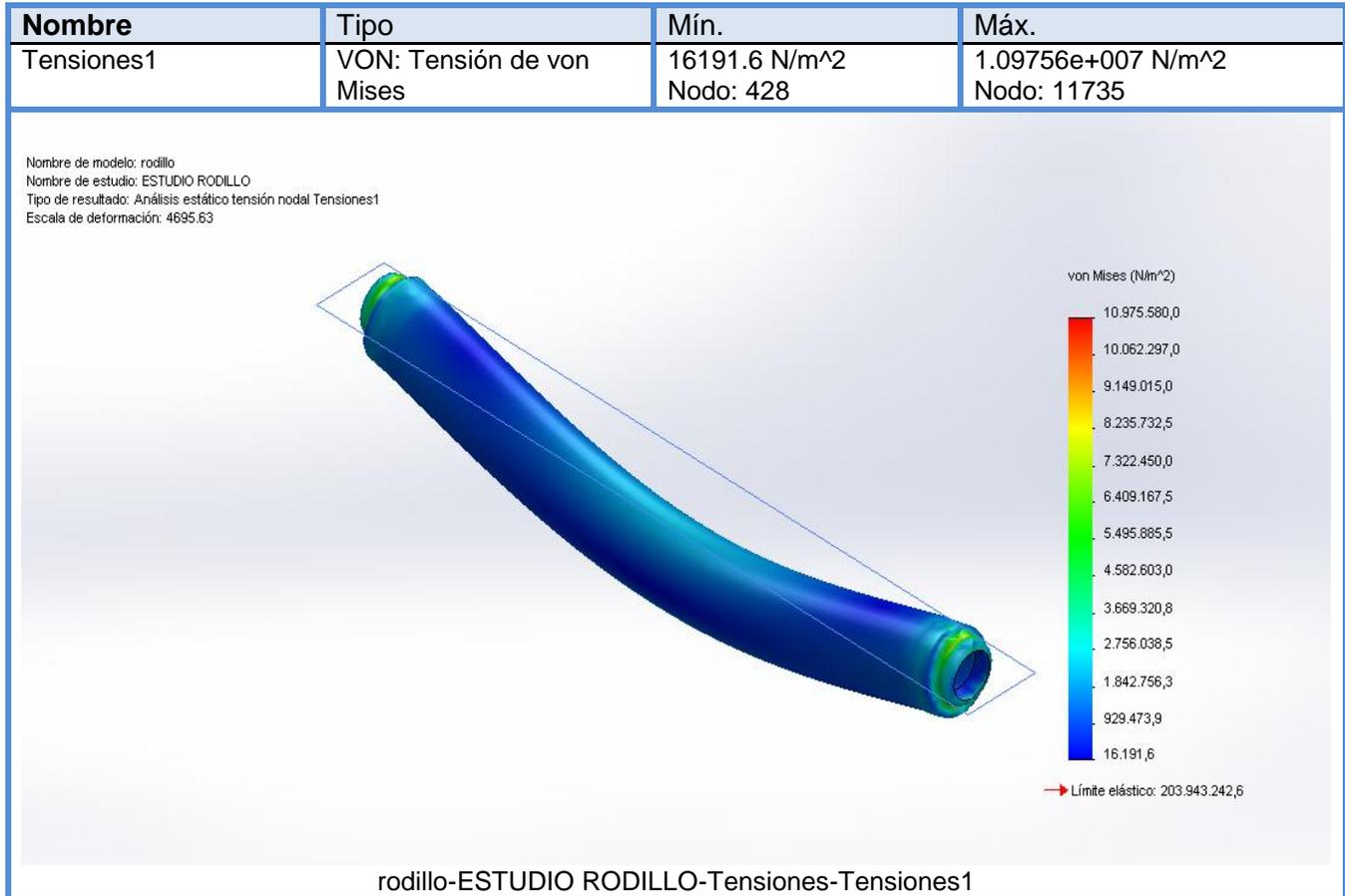
ANEXO 8 PLANO MESA TIPO TIJERA



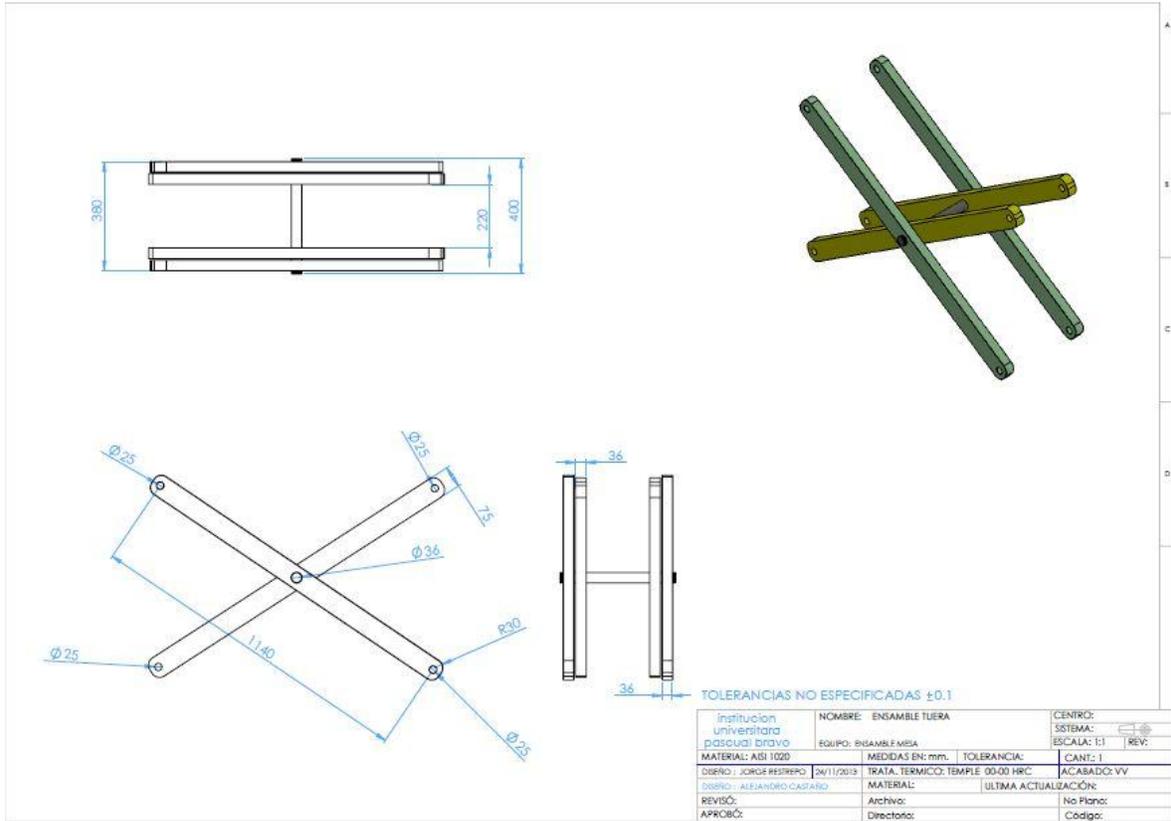
ANEXO 9 PLANO RODILLO MESA



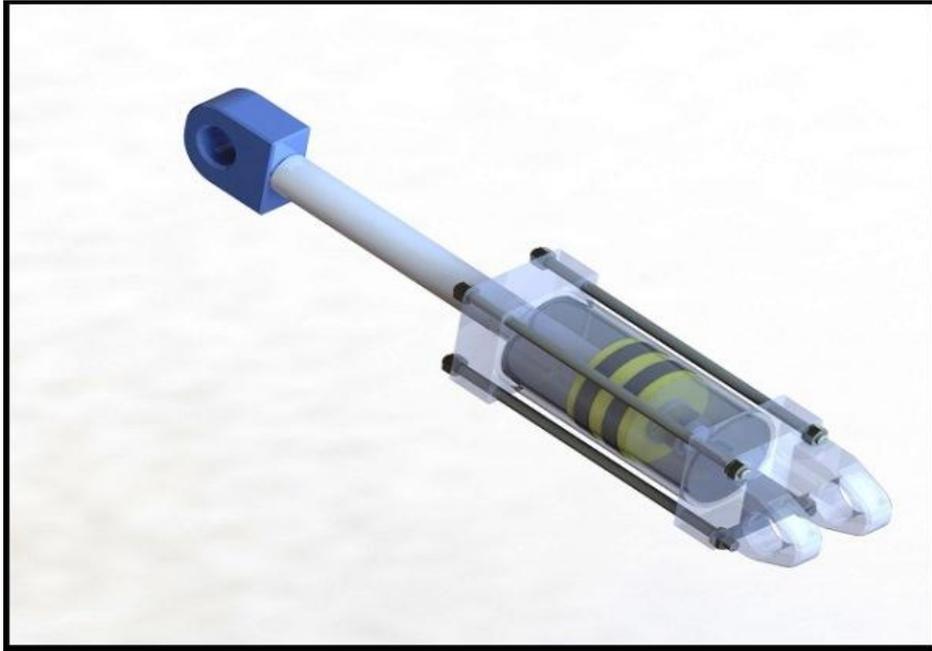
ANEXO 10 ANALISIS ELEMENTOS FINITOS PARA RODILLO



ANEXO 11 PLANO TIJERA MESA HIDRAULICA



ANEXO 12 PLANO CILINDRO



ANEXO 13 BASE MESA



ANEXO 14 ESTUDIO ELEMENTOS FINITOS PARA PASADOR CENTRAL TIJERA

