

PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA HORIZONTAL PARA LA RECUPERACIÓN DE ALUMINIO

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

Autor: Osvaldo Rene Álvarez Pérez
Tutores: M.Sc. Gerardo Bruno Hernández Ramírez, Ing. Prof. Asist.
M.Sc. Yorley Feliciano Arbella, Ing. Prof. Asist.

Holguín, 2021



Pensamiento

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber”.

Albert Einstein

DEDICATORIA

A mis padres, por el apoyo brindado.

A mi esposa por estar siempre a mi lado y confiar que lo lograría.

A todos los profesores que dieron lo mejor de sí, para formarnos como profesionales.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma colaboraron con mi formación,

a todos...Gracias...

RESUMEN

La investigación presenta la propuesta de diseño de una Prensa Hidráulica Horizontal para realizar briquetas cilíndricas a partir de latas de aluminio recicladas. Se realizó como parte del Proyecto Empresarial de investigación aplicada y de desarrollo de la Universidad Holguín titulado Perfeccionamiento Tecnológico y Organizacional de la Empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín ERMP(MINDUS), con el objetivo de proponer a la empresa la innovación de esta máquina ya que no se contaba con una prensa de este modelo, la misma pretende obtener el aluminio prensado en forma cilíndrica para facilitar su manejo e introducción a un horno de fundición crisol, y así obtener aluminio de una forma pura y que su valor en el mercado sea superior.

Se realizó un estudio de las literaturas que abordan sobre el tema en cuestión, se revisaron manuales, catálogos, y videos en soporte digital de otras máquinas similares, obtenidos por vía Internet. Luego se efectuó un estudio de los distintos modelos de máquinas existentes en el mercado, sus dimensiones y productividad.

Para la modelación de este proyecto se utilizaron paquetes informáticos profesionales, tales como el Software SolidWorks, además también se emplearon las herramientas de análisis a través de elementos finitos por medio del complemento Simulación. Los resultados esperados a través de este diseño es que sea factible la construcción de esta prensa y lo más económica posible para poder lograr una buena producción de la empresa.

ABSTRACT

You encounter the proposal of design in this work and I study of resistance of a Horizontal Hydraulic Press for cans of aluminum. The same you accomplished as part of the Universidad Holguín's graduated with a title Entrepreneurial Project of applied research and of development Technological Perfecting and Organizacional of the Company of Holguín's Recuperación of Raw Materials ERMP (MINDUS), for the sake of proposing this machine's invention since it was not counted with this model's press, the same is to obtain the aluminum pressed in cylindrical form to make easy his handling and introduction to a smelting furnace crucible to the company, and that way be superior to get aluminum from a pure form and his market value.

Internet of another similar machines accomplished a study of the literatures that they discuss on the theme in point, the manuals, catalogs checked themselves, and videos in digital support obtained by road itself. Next a study of the several models of existent machines took effect on the market, his dimensions and productivity.

They utilized information-technology professional parcels, such like the Software SolidWorks for the modelation of this project, besides also the tools of analysis through finite elements by means of the complement used Simulation themselves. It is the results expected through this design that the possible construction of this press and the most economic to be able to achieve a company's good production be feasible.

Índice

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	5
1.1 Proceso de reciclaje	5
1.1.1 Reciclabilidad.....	6
Proceso de Reciclado de Latas.....	7
1.2 Materia prima a reciclar	9
Costos aproximados de Producción	11
1.3 Programas de diseño asistidos por computadoras.....	11
Diseño asistido por computadora.....	11
1.3.1 SolidWorks	13
1.3.2 Método de Elementos Finitos.....	14
1.3.3 Aplicaciones del sistema CAD	15
1.3.4 Aspectos para la selección de materiales	16
1.4 Diseño de prensas	16
1.4.1 Clasificación de las prensas.....	17
1.4.2 Prensa mecánica o prensadora	18
1.4.3 Prensas Neumática.....	19
1.4.4 Prensa Hidráulica.....	20
Conclusiones del capítulo:	29
CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE DISEÑO DE LA PRENSA HIDRÁULICA	30
2.1 Caracterización de la empresa.....	30
2.2 Requisitos del diseño de la prensa hidráulica horizontal.....	31
Diseño de la estructura de la base	33
Diseño de la tolva de entrada del material	34
Cilindro de compresión.....	34

Puerta salida del material.....	35
Placa de compresión.....	36
Selección del cilindro hidráulico de compresión.....	36
Selección del cilindro de la puerta de salida.....	38
Requerimientos técnicos de los cilindros hidráulicos escogidos.....	39
Selección del sistema hidráulico.....	39
Componentes Normalizados.....	40
2.3 Análisis por elemento finito de las piezas sometidas a mayor esfuerzo.....	41
Análisis de la tapa de salida.....	41
Análisis estático de tensiones.....	42
Análisis de los desplazamientos.....	43
Análisis del factor de seguridad.....	44
Análisis económico de la prensa hidráulica.....	44
Impacto ambiental del diseño.....	46
CONCLUSIONES.....	48
RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	50
Anexos.....	52

INTRODUCCIÓN

La recuperación de los metales a partir de la chatarra, materiales viejos o desechos reciclados era una práctica conocida desde principios del siglo XX. Sin embargo, es a partir de los años 60 cuando se generaliza, más por razones medioambientales que estrictamente económicas, ya que el reciclaje consume el cinco por ciento de lo que consume la producción metalúrgica a partir del mineral (Productos Recuperables UERMP-GER). El 40 % de la chatarra de acero se destina a la producción de nuevos aceros, aunque sólo un pequeño porcentaje puede reciclarse como acero de envases. Cada envase producido contiene, aproximadamente, un 25 % de acero reciclado. (Productos Recuperables UERMP-GER)

La chatarra de hojalata puede reciclarse en gran medida para aplicaciones distintas del embalaje. Es válido resaltar que por cada tonelada de acero usado que se recicla, se ahorra una tonelada y media de mineral de hierro y unos 500 kilogramos de carbón. Si se habla de energía, el ahorro es del 70 %. El agua utilizada se reduce en un 40 % (Productos Recuperables UERMP-GER). En ello reviste la importancia de la investigación que se expone con la se reducirá la contaminación del aire en un 95 %; la mayor parte de los metales que existen pueden fundirse y volver a procesarse creando nuevos metales.

Las latas de aluminio son el material que tiene mayor volumen de recolección por lo que deben ser aplastadas para facilitar su traslado. Para ayudar a este proceso, ahora se cuenta con maquinaria que evita accidentes, dichas herramientas son conocidas como compactadoras de aluminio. Los beneficios medioambientales de reciclar el aluminio también son grandes. Únicamente se produce el cinco por ciento del dióxido de carbono durante el proceso de reciclado comparado con la producción de aluminio desde la materia prima, se genera un alto porcentaje de ahorro en el ciclo completo necesario para su extracción en las minas y su transporte hasta la planta de producción. La minería a cielo abierto es la más usada a la hora de conseguir menas de aluminio, lo que destruye una gran parte natural del planeta. La producción de una lata a partir de aluminio reciclado requiere un 95 % menos de energía de la que sería necesaria para hacerla desde materiales vírgenes.

En Cuba existen varias compactadoras para metales como el aluminio, esto ayuda a minimizar los costos altos de importación de los países que quisieran importar dichos

materiales, usando elementos reciclados, es decir, piezas de máquinas en desuso que sirven para manufacturar el compactador ayudando a reducir el costo de la máquina.

La estrategia cubana en la recuperación de materias primas fue concebida y proyectada en el año 1961 por Ernesto Che Guevara, mientras era Ministro de Industria. Fue un momento en el que se requería el desarrollo industrial del país, y no se contaba con los recursos financieros para el suministro de materias primas vírgenes. Entonces se creó mediante la Resolución 21-1272 del 7 de noviembre de 1961, la Empresa Consolidada de Recuperación de Materias Primas.

En la provincia de Holguín se constituyó La Empresa de Recuperación de Materias Primas el 17 de diciembre de 1976, mediante la Resolución No. 202 del Ministerio de la Industria Sideromecánica (SIME). Era una necesidad territorial y económica que enfrentaba el Estado Cubano, para reciclar los residuos de la producción industrial en el territorio. (Perfeccionan en Holguín la recuperacion de materias primas)

Es una organización que labora con seriedad, eficacia, gran calidad y un alto grado de satisfacción de sus clientes, con excelencia en el constante desarrollo y aplicación de técnicas de reciclaje: trabajando continuamente en la sustitución de importaciones y propiciando el cuidado del Medio Ambiente.

El director de esa entidad, precisó que, a partir de la aplicación de la Tarea Ordenamiento, la empresa recibe también beneficios como el 80 por ciento de las utilidades por concepto de exportación de las materias primas recuperadas, lo cual permite aumentar la liquidez financiera como una de las vías para mejorar su equipamiento interno empleado en el desempeño de sus funciones. Con ello se genera la necesidad de diversificar los servicios de la entidad y obtener productos de mayor valor agregado a partir de las materias primas recicladas tradicionalmente. Se constituye de esta manera como **situación problemática**, que en la empresa se requiere el diseño de una prensa hidráulica horizontal que cumpla con los objetivos deseados para el reciclaje de aluminio. La empresa establece como requisitos que:

- El diseño de la prensa se corresponda con las oportunidades y necesidades de la empresa.
- La propuesta debe ser viable en su fabricación con materiales de fácil adquisición en el mercado nacional.

- El diseño debe concebir baja complejidad tecnológica en su fabricación y buenas propiedades de intercambiabilidad.
- Se establece como restricción que el modelo diseñado debe tener bajo consumo de energía: Un aspecto muy significativo, debido a que es de gran importancia para los indicadores de eficiencia de la empresa.

En sentido general el investigador enfrenta la tarea técnica de diseñar una prensa hidráulica que satisfaga las demandas a la medida, de la Empresa de Materias Primas Holguín, donde actualmente se efectúa el prensado de aluminio en la compactadora (JM-40) y en la misma el semiproducto que se obtiene es en bloques en forma de paralelepípedo, por lo que se requiere de una propuesta de diseño de una prensa hidráulica horizontal para aluminio donde el semiproducto obtenido sea en forma cilíndrica para que facilite la fundición en un horno crisol y aumentar su valor en el mercado internacional. Con lo antes expuesto se establece como **problema de investigación**: Que la empresa no cuenta con una prensa para conformar briquetas de aluminio de forma cilíndrica.

Objeto de estudio: Las prensas hidráulicas para la conformación de briquetas.

Campo de acción: La propuesta de diseño de una prensa hidráulica horizontal para la recuperación de aluminio, con sistema de prensado cilíndrico.

Hipótesis: Si se diseña una prensa hidráulica horizontal para la recuperación de aluminio, con sistema de prensado cilíndrico, se podrá optimizar la eficiencia energética durante el proceso de fundición y garantizar un producto que satisfaga las demandas actuales de la Empresa de Materias Primas Holguín.

Objetivo General: Lograr el propuesta de diseño de una prensa hidráulica horizontal con sistema de prensado cilíndrico.

Tareas de investigación:

1. Recopilación y estudio de la bibliografía e información sobre el tema tratado. (Textos, Internet, Expertos)
2. Diseño gráfico con el paquete CAD SolidWorks 2016, de las piezas pertenecientes a la prensa hidráulica horizontal.
3. Ensamblaje del prototipo de la prensa hidráulica horizontal para latas de aluminio.
4. Análisis y comportamiento por el método de elementos finitos.
5. Redacción del informe final de la investigación.

Resultados alcanzados: Con la realización de este trabajo en la Empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín se dispondrá de la propuesta de diseño de una prensa hidráulica horizontal para latas de aluminio donde el producto obtenido sea en forma cilíndrica de manera que facilite la fundición.

Métodos de investigación:

Empíricos:

Consultas a expertos: permite que la investigación tenga en cuenta los conocimientos de especialistas que trabajan o se desenvuelvan con más afinidad en ello.

Observación: se utiliza para detectar y analizar las características de trabajo de las piezas que lo conforman.

Revisión y análisis de documentos: se utiliza para la recopilación y análisis de la información sobre el problema, antecedentes y estado actual.

Métodos Teóricos:

Análisis y síntesis: se empleará en la revisión y consulta de la bibliografía especializada sobre el tema.

Histórico-lógico: Se utilizará para el estudio de los distintos tipos de prensas hidráulicas, formas de explotación y partes que los componen.

El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia para su posterior utilización. Gracias al reciclaje se previene el desuso de materiales potencialmente útiles, se reduce el consumo de nuevas materias primas, además del uso de energía, la contaminación del aire y del agua, así como también disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la producción de plásticos.

Los materiales reciclables son muchos, e incluyen todo el papel, el cartón, el vidrio, los metales ferrosos y no ferrosos, algunos plásticos, telas y textiles, maderas y componentes electrónicos. En otros casos no es posible llevar a cabo un reciclaje debido a la dificultad técnica o alto coste del proceso, de modo que suele reutilizarse el material o los productos para producir otros materiales y se destinan a otras finalidades, como el aprovechamiento energético.

El reciclaje del aluminio es un proceso mediante el cual, los desechos de aluminio pueden ser convertidos en otros productos tras su utilidad primaria. Este proceso implica simplemente refundir el metal, lo cual es mucho más barato y consume mucha menos energía. El aluminio es uno de los principales tipos de productos reciclados en América cada año se utiliza para fabricar las latas, papel de aluminio, y otros artículos. El reciclaje es aproximadamente el 65-70 % del aluminio usado en productos para el hogar cada año. Sin embargo, cientos de miles de toneladas de productos de aluminio están siendo desechados. Al pensar en el reciclado de aluminio, la imagen que viene a la mente es de latas pero el hecho es que cualquier artículo de la casa está hecho de aluminio.

Generalmente produce varios ahorros importantes en materia económica y energética aun cuando se tienen en cuenta los costes de recogida, separación y reciclaje. Además, se producen ahorros a nivel nacional debido a la reducción del capital necesario para subvencionar y transportar la materia prima.

1.1.1 Reciclabilidad

La reciclabilidad está en función de algunas características importantes, entre ellas: valor agregado de chatarra (valor de venta), economicidad del proceso de reciclado y aplicabilidad de la materia prima obtenida, tecnología del proceso, técnica de recolección y volumen a ser recuperado (Biodegradable, 2018)

El reciclaje se inscribe en la estrategia de tratamiento de residuos de las Tres R.

- Reducir, acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.

- Reutilizar, acciones que permiten el volver a usar un producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.
- Reciclar, el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida. (costaricareciclaje, 2018)

La mayor parte de los metales que existen pueden fundirse y volver a procesarse creando otros nuevos. Metales como aluminio, plomo, hierro, acero, cobre, plata y oro son reciclados fácilmente cuando no están mezclados con otras sustancias, porque pueden ser fundidos y cambiar de forma o adoptar la misma anterior. De estos materiales, el hierro es el que tiene mayor demanda comercial. El reciclaje del aluminio está incrementándose bastante debido a que una lata, producto de reciclaje, requiere solo una parte de la energía necesaria para elaborar una lata similar con materias primas. Si recuperamos todos estos metales serían una gran fuente de materias primas.

Proceso de Reciclado de Latas

Las latas son almacenadas en pilas antes de ser seleccionadas y separadas de desperdicios y basura que puedan contener, para así evitar la contaminación química del producto final Aluminio de casi la misma pureza que del cual fue producido. La selección de las latas consiste en la separación de las latas ferrosas (con componentes de hierro) y no ferrosas (específicamente de aluminio). Una vez han sido limpiadas las latas, son llevadas a la planta de reciclaje, donde se compactan. Luego se perforan e introducen en un horno, de manera que se consigue la refundición del material, debido a la entropía del universo, el reciclaje del aluminio, solo se puede realizar un determinado número de veces sin perder las propiedades inherentes al elemento. Al tener el aluminio ya fundido, se hacen lingotes de los cuales se separan las láminas de aluminio reciclado. A partir de los lingotes o las láminas, los productos a realizar dependen de la demanda de la industria.

1.1.2 El ciclo del reciclaje del aluminio

El reciclado del aluminio es un proceso complejo, en el que intervienen diversos factores. Tanto sus canales de recuperación como sus aplicaciones y mercados presentan múltiples posibilidades. El papel del recuperador se convierte en fundamental se encuentra en el centro del ciclo y colabora de forma decisiva para darle el mejor uso posible a un material que puede ser reciclado prácticamente en su totalidad.

El aluminio usado llega principalmente por dos canales: de los desechos del consumo ya sea doméstico o industrial (por ejemplo, cables eléctricos, planchas litográficas, botes de

bebidas, otros envases y embalajes, desguace de vehículos, etc.) y de los recortes y virutas que se producen durante la fabricación de productos de aluminio.

Por lo tanto, para los recuperadores mayoristas, pueden haber diferentes tipos de proveedores: la industria en general, fábricas, pequeños talleres, plantas de selección, minoristas o mayoristas, poniéndose de manifiesto una creciente internacionalización de este sector.

Existen muchos tipos de aluminio distintos que se comercializa en el mercado de la recuperación, pero se pueden agrupar básicamente en cuatro: los productos laminados (planchas de construcción, planchas de imprentas, papel de aluminio, partes de carrocerías de vehículos...), los extrusionados (perfiles para ventanas, piezas para vehículos...), los aluminios moldeados ya sea por gravedad o por inyección (piezas para motores, manubrios de las puertas, etc.) los trefilados para la fabricación de cables y otros usos.

La industria también clasifica el aluminio en primario, cuando se extrae de su mineral bauxita, y de segunda fusión, cuando su materia prima básica son las chatarras y recortes de aluminio provenientes de aluminio ya usado y de recortes de fabricación.

Se utiliza aquí el término chatarra en sentido amplio, como desechos de productos metálicos ya utilizados, conscientes de que el sector recuperador aplica principalmente este término a los desechos de productos de hierro y acero.

Es importante una buena clasificación del aluminio, para poder darle la mejor salida posible. La chatarra suele ser prensada, ya que de esta forma el transporte resulta mucho más fácil. Tras estos necesarios procesos, se lleva el material a una fundición, que puede darle el mismo uso de origen, o usarlo para fabricar otros objetos. Después el fundidor o refinador lo convierte, mediante fusión, en lingotes, tachos, productos de desoxidación.

Como se ha comentado antes, hay muchos tipos de aluminio recuperado, y cada calidad puede tener salidas diferentes. Según la pureza del material, éste será utilizado para una aplicación u otra. Dentro de los productos laminados, nos podemos encontrar, por ejemplo, con los botes, que se pueden usar para fabricar aluminio refinado para volver a hacer botes si son nuevos o han sido muy bien clasificados a su llegada al recuperador y otros productos de aluminio.

El aluminio "cárter" procedente de llantas de coche, culatas, bloques o cárteres de motor, piezas de fundición y otros se destina a la fabricación de lingotes con destino a ser fundidos y moldeados, siendo el porcentaje más alto de los lingotes que se producen por las plantas

de segunda fusión, aproximadamente un 70 % del total de su producción. Las mismas salidas tienen las virtudes de aluminio, procedentes del torneado de piezas fundidas.

Se debe tener en cuenta los factores que influyen en su precio. A priori, el más cotizado será siempre el material más puro, como es el caso del aluminio cable, que contiene un 99,7 % de pureza, por lo que se puede destinar para cualquier otro uso. Es decir, cuanto más puro es el material, más salidas puede obtener. El precio está condicionado, además, por los diferentes materiales aleados que contiene la chatarra.

1.2 Materia prima a reciclar

El aluminio en la naturaleza, es un metal blanco, que no se encuentra en estado puro, solamente en compuestos tales como silicatos y óxidos. Entre sus propiedades físicas más notables se encuentran el poco peso específico, alta conductividad eléctrica y térmica, reflectividad de la luz y energía radiante, propiedades de metal no magnético y buena resistividad contra las acciones atmosféricas. Como todos los metales son dúctiles, por lo tanto es muy utilizado en la industria del transporte, así como de conductores eléctricos, equipo de tratamiento de sustancias químicas, así como de alimentos, entre otras funciones.

Características físicas

Entre las características físicas del aluminio, destacan las siguientes:

- Es un metal ligero, cuya densidad es de 2700 kg/m^3 (2,7 veces la densidad del agua), un tercio de la del acero.
- Tiene un punto de fusión bajo: $660 \text{ }^\circ\text{C}$ (933 K).
- El peso atómico del aluminio es de 26,9815 u.
- Es de color blanco brillante, con buenas propiedades ópticas y un alto poder de reflexión de radiaciones luminosas y térmicas.
- Tiene una elevada conductividad eléctrica comprendida entre 34 y $38 \text{ m/}(\Omega \text{ mm}^2)$ y una elevada conductividad térmica (80 a $230 \text{ W/ (m}\cdot\text{K)}$).
- Resistente a la corrosión, a los productos químicos, a la intemperie y al agua de mar, gracias a la capa de Al_2O_3 formada.
- Abundante en la naturaleza. Es el tercer elemento más común en la corteza terrestre, tras el oxígeno y el silicio.
- Su producción metalúrgica a partir de minerales es muy costosa y requiere gran cantidad de energía eléctrica.
- Material fácil y barato de reciclar.

Características Mecánicas

Entre las características mecánicas del aluminio se tienen las siguientes:

- De fácil mecanizado.
- Muy maleable, permite la producción de láminas muy delgadas.
- Bastante dúctil, permite la fabricación de cables eléctricos.
- Material blando (Escala de Mohs: 2-3). Límite de resistencia en tracción: 160-200 N/mm² [160-200 MPa] en estado puro, en estado aleado el rango es de 1400-6000 N/mm². El duraluminio es una aleación particularmente resistente.
- Para su uso como material estructural se necesita alearlo con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas.
- Permite la fabricación de piezas por fundición, forja y extrusión.
- Material soldable.
- Con CO² absorbe el doble del impacto.

Características químicas

- Debido a su elevado estado de oxidación se forma rápidamente al aire una fina capa superficial de óxido de aluminio (Alúmina Al²O³) impermeable y adherente que detiene el proceso de oxidación, lo que le proporciona resistencia a la corrosión y durabilidad. Esta capa protectora, de color gris mate, puede ser ampliada por electrólisis en presencia de oxalatos.
- El aluminio tiene características anfóteras. Esto significa que se disuelve tanto en ácidos (formando sales de aluminio) como en bases fuertes (formando aluminatos con el anión [Al (OH)₄]⁻) liberando hidrógeno.
- La capa de óxido formada sobre el aluminio se puede disolver en ácido cítrico formando citrato de aluminio.
- El principal y casi único estado de oxidación del aluminio es +III como es de esperarse por sus tres electrones en la capa de valencia.

El aluminio metálico se produce por reducción electrolítica de alúmina, por lo tanto su producción es de alto costo en estos días, ya que se utiliza cantidades relativamente altas de energía eléctrica para la realización de su electrolisis.

El proceso más utilizado para producir alúmina a partir de bauxita es el método de Bayer, este proceso consiste en un lavado de la bauxita para la remoción de arcilla, luego, se digiere con un baño sosa cáustica, para que, se forme a partir de la reacción, un tri-hidróxido de aluminio, que se transforma en alúmina tri-hidratada, que luego se puede tratar, a partir

de la electrólisis, por medio del proceso de Hall-Heroult, que consiste una caja de acero, a manera de celda electroquímica, revestida interiormente de carbono.

En ella se colocan los ánodos de carbono, en los cuales por una reacción electrolítica, éstos se recubren con el aluminio, por medio de la atracción electrostática, de los iones en solución acuosa, con aluminio. Ya que toda la deposición de aluminio es por la propia reacción de anodizado (electrólisis), este proceso consume una alta cantidad de energía eléctrica, lo que eleva los costos del proceso, aparte de los costos de los reactivos incluidos en el mismo. El proceso inverso al proceso de Bayer y Hall-Hérault, es el proceso de las baterías de aluminio, que son el más nuevo descubrimiento, en torno a las fuentes de energía portátiles.



Figura 1.2: Latas de aluminio prensadas



Figura 1.3: Aluminio fundido

Costos aproximados de Producción

Para esta sección, se hará un estimado de la energía eléctrica, necesaria, para producir el aluminio de grado industrial, por medio de la electrólisis. Para la electrólisis, de una planta de anodizado de aluminio se utilizan rectificadores c.c. de aproximadamente $5000 \text{ A} * 24 \text{ V}$. Lo que representa aproximadamente el consumo eléctrico de unas 350 casas residenciales.

1.3 Programas de diseño asistidos por computadoras

Diseño asistido por computadora

“El diseño es una actividad que se proyecta hacia la solución de problemas planteados por el ser humano en su adaptación al medio que lo rodea, para la satisfacción de sus necesidades, para lo cual utiliza recursos como la tecnología CAD (diseño asistido por computadora), CAE (ingeniería asistida por computadora) y CAM (manufactura asistida por computadora). Estas tecnologías se vienen aplicando a través de los métodos de la ingeniería concurrente. La técnica más desarrollada en la ingeniería asistida por computador (CAE), es la aplicación de los análisis por elementos finitos (FEA), que con la mejora de los equipos de cómputo se ha convertido en técnicas accesibles para todos los usuarios. Estas

técnicas son usadas industrialmente desde el diseño hasta la fabricación consiguiendo optimizar costos, calidad, tiempo, seguridad, etc.” (Rojas Lazo & Luis, 2006)

“Es muy sabido que el poder de estos sistemas es enorme, por ejemplo, la facilidad con que se puede realizar un cambio de especificaciones para modificar el producto, el cambio se efectúa y automáticamente las modificaciones se desarrollan en todo el sistema asociado con el modelo. Hay muchas variables asociadas con la implantación de un sistema de CAD/CAM y desafortunadamente muchas compañías desconocen los beneficios de un sistema de esta naturaleza.” (Stover, 1984)

“Con el uso de algunos comandos dentro de un paquete de CAD, se puede elaborar automáticamente las vistas de un diseño. Presionando otra tecla obtenemos la rotación del dibujo de una posición a otra, y de igual forma si se teclean otros comandos como copiar, mover, borrar, estirar, etc., se modifica rápidamente el diseño, representando con esto un potencial que pudiera considerarse ilimitado. El análisis del diseño es otro punto importante que puede ser manejado automáticamente por los atributos integrados en un sistema de CAD/CAM. Esto es conveniente para las diferentes aplicaciones de diseño mecánico, por ejemplo, en prototipos de nuevas piezas o en tuberías de plantas, donde los dibujos son muy complejos y se les tiene que anexar las especificaciones requeridas. Por ejemplo, el modelado de una pieza puede ser muy útil y poderoso para emular y analizar el diseño, de igual forma se pueden manipular las figuras primitivas que existen dentro del software, que son entidades gráficas como esferas, conos y otras figuras en tres dimensiones. Ambos paquetes computacionales pueden maquinar varias superficies seccionadas en una sola operación, eliminando la necesidad de separar un programa para cada superficie. Con la Simulación gráfica de la herramienta las trayectorias de la herramienta son mostradas en forma gráfica por los dos sistemas de CAD/CAM, permitiendo verificar que el ciclo de corte esté de acuerdo con las condiciones de diseño y que se pueda ejecutar el maquinado deseado, con las herramientas seleccionadas o con las que cuenta la máquina.” (Stover, 1984)

El uso de la tecnología CAD/CAM es de mucha ayuda porque con su manejo se nos es más fácil a la hora de modelar en el SolidWorks todos los elementos que componen la prensa hidráulica horizontal, utilizándolo desde el principio al fin del desarrollo de los productos. Nos permite un mejor manejo a la hora de simular y de realizar algún estudio, necesario

para obtener los principales conocimientos que permiten darle solución al problema planteado en este trabajo.

1.3.1 SolidWorks

SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una filial de Dassault Systèmes, S.A. (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Su primera versión fue lanzada al mercado en 1995 con el propósito de hacer la tecnología CAD más accesible.

El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.



Figura 1.4: Software CAD SolidWorks 2016 (“Solid Works”, 2016)

El diseño de la prensa hidráulica se realizó por medio del software Solid Works. El software utiliza el método de elementos finitos. Este método es aceptado como el método de análisis estándar debido a su generalidad y la idoneidad para la aplicación informática. El método de elementos finitos divide el modelo en muchos pedazos pequeños de formas simple llamados elementos efectivos, sustituyendo un problema complejo por muchos problemas sencillos que se deben resolver simultáneamente. Los elementos comparten puntos comunes llamados nodos. El software divide al modelo en partes pequeñas este proceso se llama mallado. Cada nodo está completamente descrito por una serie de parámetros en función del tipo de análisis y el elemento utilizado. Para el análisis estructural, la respuesta de un nodo se describe, en general, por tres traslaciones y tres rotaciones, llamados grados

de libertad. El software formula las ecuaciones que rigen el comportamiento de cada elemento teniendo en cuenta la conectividad con otros elementos. Estas ecuaciones se refieren su respuesta a las propiedades del material conocido, las restricciones y cargas. A continuación el programa organiza las ecuaciones en un gran conjunto de sistemas de ecuaciones algebraicas y resuelve las incógnitas. En el análisis de esfuerzo, por ejemplo, el software encuentra los desplazamientos en cada nodo y a continuación el programa calcula la deformación y el esfuerzo final. (“Solid Works”, 2016)

1.3.2 Método de Elementos Finitos

“Tal vez lo más difícil de todas las tareas de ingeniería puede ser la conducta sofisticada que presenta un análisis de elementos finitos. Para este proceso las partes son reducidas a elementos físicos discretos con los cuales se puede analizar independientemente con respecto a esfuerzos y desplazamientos requeridos. De esta manera pequeñas porciones de cada parte pueden ser analizadas basándose en cargas y esfuerzos, los cuales serán el tema para cuando la pieza es manufacturada o puesta en uso. Las limitaciones de la mente humana son tales que no puede captar el comportamiento del complejo mundo que la rodea en una sola operación global. Por ello, una forma natural de proceder de ingenieros, científicos, e incluso economistas, consiste en separar los sistemas en sus componentes individuales, o elementos, cuyo comportamiento pueda conocer sin dificultad, y a continuación reconstruir el sistema original para estudiarlo a partir de dichos componentes. En muchos casos se obtiene un modelo adecuado utilizando un número finito de componentes bien definidos. A tales problemas se le denominan discretos. En otros, la subdivisión prosigue indefinidamente y el problema sólo puede definirse haciendo uso de la ficción matemática de infinitésimo. Ello nos conduce a ecuaciones diferenciales o expresiones equivalentes con un número infinito de elementos implicados. A tales sistemas se les denominan continuos. Con las llegadas de las computadoras digitales, los problemas discretos pueden resolverse generalmente sin dificultad, aun cuando el número de elementos sea muy elevado. Como la capacidad de las computadoras es finita, los problemas continuos sólo se pueden resolver de forma exacta mediante manipulaciones matemáticas.” (Zienkiewicz, 1994)

“El método de elementos finito (FEM) es uno de los métodos numéricos para solucionar las ecuaciones diferenciales que describen muchos problemas de ingeniería. El FEM se originó

de la disciplina estructural de mecanismos y desde entonces ha estado extendido para otras áreas de mecanismos sólidos, así como también transferencia de calor, la dinámica de fluidos y el electromagnetismo. De hecho, FEM ha sido reconocido como una herramienta energética para solucionar ecuaciones diferenciales parciales y las ecuaciones integro-diferenciales, y dentro de poco, puede venir bien lo del método numérico de elección en muchas ingenierías y en áreas de ciencia aplicada. Uno de las muchas razones para la popularidad del FEM es que una cantidad mínima de entrenamiento se requiere para solucionar muchos problemas prácticos con la ayuda de programas de computadoras versátil.” (Zienkiewicz, 1994)

1.3.3 Aplicaciones del sistema CAD

“El software de diseño CAD se utiliza durante todo el ciclo de desarrollo de un producto. Desde el concepto hasta la fabricación, este se utiliza para crear productos de consumo, maquinaria industrial y productos y equipos de construcción. Nuestro software de diseño CAD también se utiliza en diseños complejos para la industria automotriz. Las herramientas para desarrollo de prototipos digitales, como Inventor y la Colección para el diseño y la manufactura de productos, permiten a los diseñadores e ingenieros diseñar, visualizar y simular productos completos, antes de fabricarlos. Los prototipos digitales ayudan a reducir la dependencia de los prototipos físicos y permiten llevar más productos innovadores al mercado en menos tiempo. Los sistemas de diseño CAD 2D y 3D se utilizan para dibujar de forma visual diseños de plantas o de fábricas. Nuestras herramientas de desarrollo de prototipos digitales, como Inventor, le ayudan a crear, documentar y compartir diseños, mientras que AutoCAD P&ID le ayuda a crear y gestionar diagramas de tuberías e instrumentación. Los profesionales que trabajan en arquitectura, construcción e ingeniería estructural, así como los propietarios, operadores y administradores de edificios utilizan el software de diseño CAD desde el concepto hasta la finalización de los proyectos. Las aplicaciones de AutoCAD específicas de la industria y el software basado en Revit ofrecen herramientas especializadas para los procesos de diseño de edificios. La colección para arquitectura, ingeniería y construcción unifica estos productos y añade software y servicios adicionales en una práctica solución. El software BIM de Autodesk puede ayudar a los equipos de diseño e ingeniería, contratistas y propietarios a crear y administrar proyectos de construcción con mayor rapidez, más ahorro y menor impacto ambiental. El software de

diseño eléctrico y de diseño de controles eléctricos de Autodesk aborda los flujos de trabajo específicos para los diseñadores de sistemas de controles eléctricos.” (Autodesk, 2021)

“El software de diseño CAD se usa en casi todas las industrias, en proyectos tan variados como el diseño de paisajes, la construcción de puentes, el diseño de edificios de oficinas y la animación en películas. Con los programas CAD 2D o 3D puede realizar diferentes tareas, como crear un modelo 3D de un diseño, aplicar materiales y efectos de iluminación y documentar el diseño con cotas y otras anotaciones. Desde la introducción del software AutoCAD en 1982, Autodesk ha llevado la delantera en el desarrollo de software de diseño CAD. La empresa ayudó a definir qué se puede realizar con CAD mediante los software para desarrollo de prototipos digitales y Modelado de información para la construcción (BIM), que los equipos numerosos pueden utilizar para explorar digitalmente las características físicas y funcionales clave de sus proyectos antes de fabricarlos.” (Autodesk, 2021)

1.3.4 Aspectos para la selección de materiales

El material a seleccionar debe satisfacer, generalmente, requerimientos tecnológicos, funcionales y económicos. Desde el punto de vista funcional, el material debe cumplir con los requisitos establecidos para la asignación de servicio expresados en términos de resistencia mecánica, estabilidad química o propiedades físicas, como pueden ser: resistencia a la torsión, flexión, fatiga, desgaste, cortante, altas temperaturas, a la corrosión, ligereza, etc. Mientras que en lo tecnológico, el material debe satisfacer o adecuarse a la tecnología establecida para la fabricación del producto elemento o pieza, y las propiedades están referidas a la maquinabilidad, soldabilidad, conformabilidad, fluidez, templabilidad etc. De todos los materiales que satisfagan los requisitos funcionales y tecnológicos se ha seleccionar el más económico.

1.4 Diseño de prensas

Por muchos años se favoreció el uso de prensas mecánicas, las cuales usan un sistema con cigüeñal que rueda o rota; sin embargo durante los últimos 30 años ha habido un crecimiento en el uso de prensas hidráulicas. Desde el año 1991 la implementación de las prensas hidráulicas han superado a las prensas mecánicas que hoy en día son las preferidas en la manufactura mundial. (FLUIDCA S.A, 2021)

Las primeras prensas utilizaban un tornillo que giraba con la fuerza humana, al ser ésta prensa muy rustica y poco eficiente, el inglés Joseph Bramah (Cabrera, 2007) creó la prensa

hidráulica que tiene el principio del matemático y filósofo Blaise Pascal, ésta prensa está conformada por dos cilindros de secciones diferentes comunicados entre sí en cuyo interior había un líquido que puede ser agua o aceite, éste líquido está en contacto con dos émbolos con la misma sección que la del cilindro, al aplicar una pequeña fuerza en el émbolo de sección más angosta se genera una presión que se extiende uniformemente hasta el émbolo de mayor sección, ésta primera prensa hidráulica no tenía la suficiente capacidad para realizar trabajos como el doblado de aceros.

Los hermanos Perier modificaron el modelo de Joseph Bramah, logrando mejorar su capacidad de presión, pero aun así la presión generada por ésta no era suficiente para realizar trabajos pesados. Hasta mediados del siglo XIX Haswell, con su diseño de prensa logró alcanzar presiones muy elevadas permitiendo así trabajos como el embutido profundo y doblado de aceros. (Echeverry Romero, 2012)

Las prensas hidráulicas han tenido una gran acogida en el sector industrial, ofreciendo un trabajo preciso y eficiente en temas relacionados como: moldeo, extrusión, doblado, punzado, compactación, laminación, elevación de grandes cargas, etc. Esta máquina-herramienta se extiende a todo tipo de industrias, como la automotriz en donde se elevan los automotores para revisiones tecnomecánicas o para laminación de sus partes; en camiones volqueteros para sistemas de carga; en Industrias aeronáuticas para el movimiento de alerones en aviones grandes y en la industrias del reciclaje. (STOKYAR, 2011)

1.4.1 Clasificación de las prensas

Por su sistema de transmisión pueden clasificarse en:

1. Prensas a volante directo.
2. Prensas de reducción.
3. Prensas de doble reducción.
4. Prensas de reducción paralela.
5. Prensas de cinemática especial.
6. Prensas neumática.
7. Prensa hidráulica.

Por su estructura se pueden clasificar en:

1. Prensas de cuello de cisne.
2. Prensas de doble montante (dentro de estas existen las monobloc y las de piezas armadas por tirantes).

Por su velocidad se clasifican en:

1. Prensas convencionales (de 12 a 200 golpes minuto en función de su tamaño),
2. Prensas rápidas (de 300 a 700 golpes por minuto).
3. Prensas de alta velocidad (de 800 hasta 1600 golpes por minuto); las más rápidas son de fabricación japonesa.

1.4.2 Prensa mecánica o prensadora

La prensa mecánica o prensadora es una máquina que acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente (prensa de revolución total) o neumáticamente (prensa de revolución parcial) a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela.

Actualmente las prensas de revolución completa (también llamadas de embrague mecánico o de chaveta) están prohibidas por la legislación vigente en toda Europa. La norma que rige estas prensas es la EN-692:2005 transpuesta en España como UNE-EN692:2006

La fuerza generada por la prensa varía a lo largo de su recorrido en función del ángulo de aplicación de la fuerza. Cuanto más próximo esté el punto de aplicación al PMI (Punto Muerto Inferior) mayor será la fuerza, siendo en este punto (PMI) teóricamente infinita. Como estándar más aceptado los fabricantes proporcionan como punto de fuerza en la prensa de reducción por engranajes 30° y en las prensas de volante directo 20° del PMI (López Escobar, 2010).



Figura1.5: prensa mecánica (Industrial, 2000)

Usos más frecuentes

Estas prensas se emplean en operaciones de corte, estampación, doblado y embuticiones pequeñas. No son adecuadas para embuticiones profundas al aplicar la fuerza de forma

rápida y no constante. No obstante, el desarrollo de prensas con cinemática compleja (prensas de palanca articulada o prensas link drive) ha hecho posible que puedan usarse para embuticiones más profundas y con aceros de alta resistencia elástica, tipo de prensas mecánicas reduce su velocidad cerca del PMI pudiendo deformar la chapa sin romperla.

1.4.3 Prensas Neumática

Esta es una herramienta que sirve para prensar, unir y sellar. Es impulsada por un motor eléctrico el cual genera el impulso necesario para que el aire comprimido pueda realizar su trabajo, lo que hace que pueda generar grandes volúmenes de fuerza cuando realiza su trabajo. Su mecanismo funciona por medio del aire, el cual es transformado en fluido que hace que se transforme la energía estatua en energía cinética y se produzca el impulso necesario para poder generar la presión requerida para cumplir con sus labores.

El funcionamiento de este mecanismo es un poco más complejo que las prensas manuales que conocemos, ya que la misma funciona por medio del impulso recibido por un motor eléctrico el cual hace que ingrese aire a las vías de la prensa y se pueda realizar el llenado del tanque, para que posteriormente ese tanque de aire sea vaciado y de este modo se impulse los mecanismos de presión hacia el centro, llamándose estos transformación de la energía, ya que da paso de la energía estática a un tipo denominado energía cinética.

Luego que esta energía es transformada, esto hace que se impulse un mecanismo de guías que son lo que hacen que el extremo movable de la prensa se encuentre con la parte base de la prensa consiguiendo de ese modo que logre prensar lo que se encuentre en el medio de esas dos partes del mecanismo es decir, la prensa funciona en tanto que la parte movable logra encontrarse con la parte no movable y estática o base, que también lleva el nombre de mesa de trabajo. (Jotabl, 2021)



Figura 1.6: Prensas Neumática (Jotabl, 2021)

1.4.4 Prensa Hidráulica

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al comportamiento de los fluidos. Observó que al empujar un líquido, la presión que se ejercía era igual en magnitud en todas direcciones. Gracias a este principio se ha logrado producir fuerzas muy grandes utilizando fuerzas relativamente pequeñas. Uno de los aparatos más comunes para alcanzarlo anteriormente mencionado es la prensa hidráulica, la cual está basada en el Principio de Pascal.

La prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferentes áreas que, mediante una pequeña fuerza sobre el pistón de menor área, permite obtener una fuerza mayor en el pistón de mayor área. Los pistones son llamados pistones de agua, ya que son hidráulicos. Estos hacen funcionar conjuntamente a las prensas hidráulicas por medio de motores.

Es utilizada en operaciones de trabajo en frío y en caliente. Consiste de un bastidor que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada.

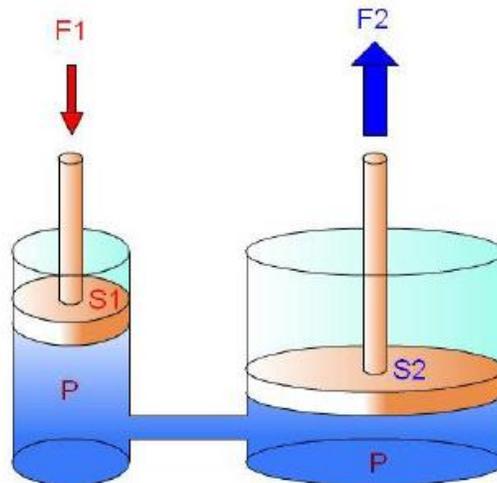


Figura 1.7: Principio de Pascal (Cabrera, 2007)

Principio de pascal

El principio de Pascal (figura 1-7) habla de un cambio de presión aplicado a un fluido en reposo dentro de un recipiente, se transmite sin alteración a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen, es así como se puede dar la explicación de cómo es el principio de funcionamiento de una prensa hidráulica (López Escobar, 2010).

Clasificación de las prensas hidráulicas

Las prensas hidráulicas se pueden clasificar de diversas formas en:

1. Mecánicas e hidráulicas.
2. Por tipo de bastidor: tipo “C”, tipo “H”, de laboratorio, de prensa, para reciclaje, algunas de diseño de bastidor especial según los requerimientos del cliente, entre otras.

Del tipo de acción:

1. De simple acción: Tienen únicamente un ariete.
2. De doble acción: Tiene 2 arietes deslizando uno exteriormente y otro en el interior.

El ariete exterior es el que constituye generalmente el pisador y es actuado por medio de brazos articulados o de levas excéntricas, de manera que al final de su carrera permanece estacionario y aplicando presión para sujetar la pieza, mientras el ariete interior o punzón sigue su movimiento hacia arriba simultáneamente.

Las prensas de doble acción se emplean principalmente para trabajos de embutido profundo.

De triple acción: Son muy semejantes en principio a las anteriores, pero tienen un ariete adicional que trabaja de abajo hacia arriba, cuyo movimiento se sincroniza con el de los 2 arietes anteriores (López Escobar, 2010)

La parte superior de un troquel o punzón se sujeta en la mayoría de las prensas a la cara inferior del ariete por medio de tornillos.



Figura 1.8: Prensa Hidráulica horizontal (Echeverry Romero, 2012))

Las ventajas de las prensas hidráulicas

- La fuerza total por toda la carrera: Es posible mantener el total de la fuerza por lo largo de la carrera, no solamente al fondo o el final de la carrera como en las prensas mecánicas.

La ventaja de esta es quitar la necesidad de hacer cálculos de la presión del tonelaje al principio de la carrera, así que no se requiere la compra de una prensa de 200 toneladas para alcanzar una presión de solamente 100 toneladas (López Escobar, 2010).

- Más capacidad a menos costo: Se sabe que es más fácil y menos caro comprar ciertas clases de capacidad en las prensas hidráulicas. Lo de la carrera es mera ganga.
- Las carreras de 12, 18 y de 24 pulgadas son comunes. Aparte, es fácil aumentar esta medida. También se puede aumentar el claro máximo a bajos costos. Inclusive, es muy posible la instalación de las mesas (platinas) más grandes en las prensas pequeñas o la aumentación de cualquiera platina.
- Menos el costo de compra: Por su potencia de fuerza no hay ninguna máquina que de la misma fuerza por el mismo precio.
- Menos costo de mantenimiento: Las prensas hidráulicas son bastantes sencillas en su diseño, con pocas partes en movimiento y están siempre lubricadas con un fluido de aceite bajo presión.

En las pocas ocasiones de avería casi siempre son defectos menores, sea el empaque, la bobina solenoide y a veces una válvula, que son fáciles a refaccionar. En cambio, en las prensas mecánicas, un cigüeñal roto es significativo tanto en el costo de la parte como la pérdida de producción. No solo es el menor costo de estas partes, sino también que se puede reparar sin tener que hacer maniobras de desmontar piezas de gran tamaño, reduciendo tiempos de mantenimiento, y menos afectación en la producción.

Seguridad de sobrecarga incluido: Con una prensa de 100 toneladas si se calibra una fuerza de 100 toneladas, no se corre el riesgo de romper troqueles o la misma prensa por un excedente de fuerza; porque al tener el máximo de fuerza permitida, se abre una válvula de seguridad (López Escobar, 2010)

- Mayor flexibilidad en control y versatilidad: Como siempre se puede mantener un control en una prensa hidráulica, como lo es fuerza, carrera, tiempo de trabajo, movimientos con secuencia. Se puede disponer de una velocidad rápida de

aproximación, y otra de trabajo, con ventajas de productividad, y de cuidado de herramientas.

En una prensa hidráulica se puede controlar distancias de profundidad, aproximación, tiempos de trabajo, o toda una secuencia de operación, por medio de temporizadores, alimentadores, calentadores. Por este motivo una presas hidráulica no solo sube y baja, como lo haría una presa mecánica.

Una prensa hidráulica puede hacer trabajos en ancho rango según su fuerza.

Entre ellos se encuentran: el embutido profundo, reducción, formado de polímetros, el formado, el estampado, troquelado, el punzado, el prensado, el ensamble ajustado, el enderezo. También es muy útil en los procesos de: el formado de sinterizado de ruedas abrasivas, la adhesión, el brochado, la calibración de diámetros, la compresión a plástico y a hule (goma, caucho), y los troqueles de transferencia.

- Más compactas: Aunque una prensa muy común de 20 toneladas mide 1.7 m por 0.7 m. por 1.5 m. una prensa de 200 toneladas solo mide 2.1 m. por 1.2 m. por 2 m. efectivamente con 10 veces la capacidad pero un poco más grande; la prensa más grande desplaza solo 50 % más. Como va incrementando la fuerza, se va economizando comparando a las prensas mecánicas.
- Menos gastos en herramientas: Junto a la protección empotrada, lo mismo tocante a las herramientas. Se puede fabricar las herramientas según las tolerancias de un trabajo específico, luego ajustar la fuerza de la prensa hidráulica según ésta misma. El hecho de lo mínimo de choque y de vibración les beneficia en más vida en las herramientas.
- Menos ruido: Con menos partes movibles, y sin rueda volante, el nivel de ruido iniciado por la prensa hidráulica es mucho menos que la mecánica. Armadas según las normas, aunque están a toda presión, las bombas emiten ruidos bajos. También es posible minimizar el nivel de ruido por controlar la velocidad del vástago en pasarlo por el trabajo más lento y quieto.
- La seguridad: No se puede afirmar que las prensas hidráulicas sean más seguras que las mecánicas. Las dos clases lo son si se instalan y se usan de la manera apropiada, pero con los controles a dos manos y los protectores enlazados, es más fácil fabricarlas con más seguridad por el hecho del control completo con el sistema hidráulico.

Sistema hidráulico

La hidráulica es un método sencillo para la transmisión de grandes fuerzas mediante fluidos a presión. Se puede definir también como la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, como es maquinaria pesada, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas. En otros dispositivos como boquillas, válvulas, surtidores y medidores se encarga del control y utilización de líquidos.

Se puede distinguir dos tipos de fluidos:

- Líquidos
- Gases

Las partículas que componen un líquido no están rígidamente adheridas entre sí, pero están más unidas que las de un gas. El volumen de un líquido contenido en un recipiente hermético permanece constante, y el líquido tiene una superficie límite definida. En contraste, un gas no tiene límite natural, y se expande y difunde en el aire disminuyendo su densidad.

Los principales componentes de un sistema hidráulico son:

- Bomba
- Actuadores
- Válvula de seguridad
- Filtros
- Motor
- Depósito

Elementos de una prensa hidráulica

Los principales elementos con los que se realiza el funcionamiento de una prensa hidráulica lo constituyen el conjunto bomba y cilindro hidráulico, el mismo que necesita de un fluido hidráulico para realizar el trabajo. A continuación se describe en forma detallada cada uno de estos elementos con sus características fundamentales.

Cilindro hidráulico

Los cilindros hidráulicos constan de un cuerpo, un cabezal posterior y otro anterior que presenta un agujero para permitir que el vástago se deslice a través del cabezal anterior. La parte móvil del cilindro consta del émbolo y el vástago que

transmite la posición del émbolo al exterior. La cámara posterior no presenta problemas, pero en la anterior existe el agujero de salida del vástago, por lo que ésta debe equiparse con las correspondientes juntas.

Su principio de funcionamiento se basa, como ya se dijo anteriormente en la Ley de Pascal, en que toda presión aplicada sobre un aceite contenido en un recipiente rígido y cerrado se transmite uniformemente en todas direcciones. En una palabra, los cilindros hidráulicos son los brazos de los sistemas hidráulicos (Industrial, 2000)

Partes de un cilindro hidráulico

- Camisa o tubo. Es un acero estirado sin soldaduras rectificadas y lapeadas.
- Vástagos. Pueden ser normales o reforzados, son de acero cromado y rectificado de gran precisión. Normalmente roscadas al final.
- Tapas. Son de acero soldadas, atornilladas o roscadas.
- Pistón o émbolo. Son de aleación de acero o fundición al cromo-níquel.
- Bocas de aceite. Por donde entra y sale aceite.
- Amortiguación fin de carrera. Para frenar al pistón y que no golpee en las tapas.
- Evacuación de fugas de aire. Se presenta en los cilindros de simple efecto.
- Empaquetaduras y retenes. Para estanqueidad de los vástagos (guarniciones metálicas de alma de caucho, metal blanco-plomo, caucho sintético retenes con labio sellado cargado con un muelle, retén acopado).
- Juntas metálicas. Para estanqueidad entre el pistón y la camisa. Cuero embutido, segmentos, doble segmento en una sola pieza, juntas metálicas expansivas y juntas labiales.
-

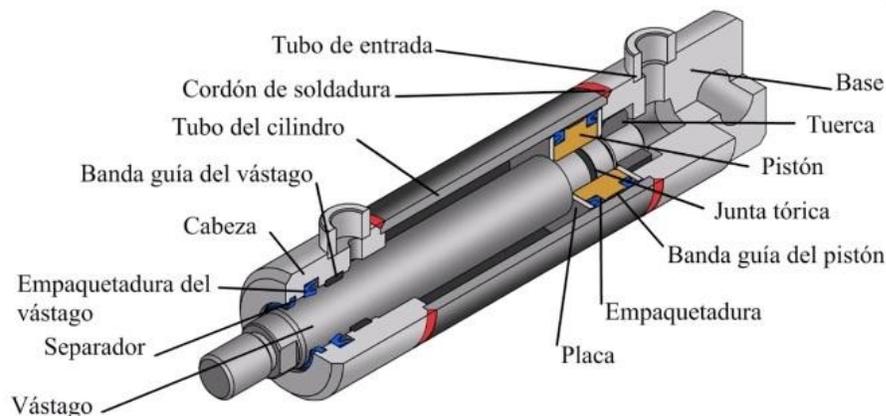


Figura 1.9: Partes de un cilindro hidráulico (FLUIDCA S.A, 2021))

Características técnicas de un cilindro hidráulico

En un cilindro hidráulico las principales características están dadas por:

- Diámetro de la camisa, mm
- Carrera del vástago, mm
- Presión de trabajo, MPa.
- Diámetro de vástago, mm.
- Tipo de cilindro. Simple o doble efecto.
- Sistema de fijación.
- Rosca de conexión.
- Juego entre pistón y camisa.

Material de un cilindro hidráulico

El tubo de acero hidráulico para cilindros debe ser de precisión, con acabado superficial interior lo más fino posible (del orden del lapeado) o bien tubo especialmente fabricado que ya no requiere mecanización posterior.

El émbolo es de acero o fundición, según los casos. El vástago es de acero cromado duro, para protegerlo de los ataques ambientales y lograr un acabado lo más fino posible.

Cilindros de simple acción o simple Efecto.

Cuando es necesaria la aplicación de fuerza en un solo sentido. El fluido es aplicado en la cara delantera del cilindro y la opuesta conectada a la atmósfera. Después que la carrera de retroceso se ha completado, el pistón es retornado a su posición original por la acción de un resorte interno, externo, o gravedad u otro medio mecánico. El fluido actúa sobre el área neta del pistón, por lo tanto para el cálculo de fuerza debe restarse el área representada por el vástago. El resorte de retorno está calculado exclusivamente para vencer la fricción propia del cilindro y no para manejar cargas externas. Los cilindros de simple efecto con resorte interior se emplean en carreras cortas (máximas 100 mm) ya que el resorte necesita un espacio adicional en la construcción del cilindro, lo que hace que estos sean más largos que uno de doble efecto para la misma carrera. Estos cilindros se emplean en carreras cortas y diámetros pequeños para tareas tales como sujeción de piezas.

Émbolos

En estos elementos, el fluido desplaza al vástago que esta empaquetado por la guarnición existente en el cabezal delantero. Para el cálculo de fuerza, el área neta a tomarse en cuenta esta dada por el diámetro de vástago.

Este componente que encuentra su aplicación fundamentalmente en prensas hidráulicas, retorna a su posición original por acción de la gravedad, resortes internos o externos o cilindros adicionales.

El émbolo tiene como ventajas:

- No necesitan orificios de respiración.
- La parte interior del cilindro no tiene por qué ser pulida.
- El vástago es más resistente.
- Las juntas son exteriores y fáciles de cambiar.

En los cilindros con muelle deben llevar un espaciador con el fin de que sea comprimida espira con espira. Los cilindros tipo buzo es necesario purgarlos. El espaciador es un casquillo que va sobre el vástago y abrazándolo va el muelle; el pistón del cilindro no comprime al muelle en la última parte del recorrido.

Cilindros de doble efecto

Se caracterizan porque el aceite actúa sobre las dos caras del pistón por una actúa y por otra vuelve al depósito. Debe hacer casi hermeticidad completa entre el vástago pistón y la tapa. Hay dos tipos de estos cilindros el diferencial corriente, en la extensión el movimiento es más lento, pero actúa con más fuerza. El otro tipo es el equilibrado o de doble vástago, muy apropiado para direcciones, rectificadoras, etc.

Los diferenciales son cilindros en los que la superficie del pistón es doble que la superficie anular pistón del vástago. No confundirlos con los cilindros de doble efecto. Se emplean en montajes diferenciales, es casi imprescindible que el cilindro lleve amortiguación al final de la carrera.

Cilindros de vástago hueco

En este tipo de construcción un orificio pasa de lado a lado el vástago, estos pequeños cilindros se fijan al dispositivo o carga mediante un bulón que los atraviesa.

Cilindro de presión dinámica

Lleva la carga en la base del cilindro. Los costos de fabricación por lo general son bajos ya que no hay partes que resbalen dentro del cilindro.

Bombas Hidráulicas

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud. (FLUIDCA S.A)

Tipos de bombas

Según el tipo de accionamiento:

- Electrobombas: Genéricamente, son aquellas accionadas por un motor eléctrico, para distinguirlas de las motobombas, habitualmente accionadas por motores de combustión interna.
- Bombas neumáticas que son bombas de desplazamiento positivo en las que la energía de entrada es neumática, normalmente a partir de aire comprimido.
- Bombas de accionamiento hidráulico, como la bomba de ariete o la noria.
- Bombas manuales. Un tipo de bomba manual es la bomba de balancín.

Por lo anterior, la electrobomba es una de las más apropiadas a implementar en la prensa hidráulica, por lo que va a elegir una referencia comercial que satisfaga nuestras necesidades, teniendo en cuenta el caudal a operar y la presión a la que van a estar sometidas.

Depósitos

El depósito o tanque es un elemento normal en la mayoría de los circuitos hidráulicos y sirve para almacenar el fluido. También sirve para la función de llenado y actúa como cámara de expansión que acepta los cambios de volumen del fluido en el circuito principal, debido al desequilibrio volumétrico de los cilindros y/o a la contracción o expansión térmica del fluido. Otras funciones secundarias son la eliminación del aire disuelto en el sistema, la sedimentación de los contaminantes y la disipación del fluido.

El diseño de los depósitos rara vez es normalizado, incluso las dimensiones (volumen) se toman arbitrariamente. En general, su diseño se acomoda a lo aceptado por la práctica, por

lo cual a veces forman parte de la propia estructura de la máquina, y otras constituyen depósitos independientes o son solidarios de la bomba. La última solución es bastante frecuente y, en ciertos casos, la bomba va sumergida en el fluido.

Conclusiones del capítulo:

A modo de conclusión de este capítulo se abordó sobre la importancia del reciclaje en la eliminación de la contaminación ambiental, siendo las latas de aluminio uno de los materiales que tiene mayor volumen de recolección por lo que deben ser aplastadas por compactadoras de aluminio para facilitar su traslado y disminuir su volumen. Se investigó sobre los software asistido por computadoras de modelado en 3D y se resumió sobre la tecnología de soldadura que se pondrá en marcha en el ensamble del modelo. Para lograr este resultado se requiere de una propuesta de diseño de una prensa hidráulica horizontal para aluminio modelada en software SolidWorks 2016 donde el semi-producto obtenido sea en forma cilíndrica para que facilite la fundición en un horno crisol, y así facilitar la recuperación de aluminio.

CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE DISEÑO DE LA PRENSA HIDRÁULICA

Durante el presente capítulo se realizó la ingeniería conceptual para el desarrollo de una prensa hidráulica horizontal mediante el software SolidWorks con su versión 2016. Fueron identificados y diseñados los principales elementos para la construcción de la prensa que satisfaga las demandas de La Empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín. Se realizaron los respectivos planos y tecnologías para la fabricación. Durante el capítulo se propone la selección de materiales para la fabricación acorde con el diseño propuesto. De manera preliminar se identifica el impacto del diseño desde el punto de vista: medio ambiental, técnico y económico.

2.1 Caracterización de la empresa

La Empresa de Recuperación de Materias Primas de Holguín, ubicada en Calle 22 #23 entre Carretera Central y Final de Pedernales perteneciente al Grupo Empresarial de Reciclaje, subordinado al Consejo de Ministros y atendido por el Ministerio de Industrias, recupera y reutiliza lo que muchos ya no consideran útil, apoyando la economía del país y contribuyendo al cuidado del Medio Ambiente. Recicla con altos estándares de calidad a través del uso de tecnologías avanzadas gestionadas por un capital humano con alto nivel de competencia. La empresa tiene como objetivo recuperar, procesar y comercializar todo tipo de desechos, envases, artículos y equipos que se generen en las esferas industrial, comercial, de productos y los servicios que puedan ser reutilizados en la economía como materias primas secundarias. Además de comercializar de forma mayorista partes, piezas, componentes, equipos y materiales reciclables y ofrecer servicios de desmantelamiento de instalaciones industriales, comerciales y de servicios.

La Empresa de Recuperación de Materias Primas Holguín procesa y comercializa una amplia variedad de desechos reciclables, los que se clasifican en:

- Desechos No Metálicos: Los integran la mayor variedad: envases textiles, de plástico y de vidrio, papel y cartón, tóner y cartuchos, rollos fotográficos, placas radiográficas, desechos textiles, plásticos y de vidrio.
- Desechos de metales No Ferrosos: Compuestos por las chatarras de bronce, cobre, zinc, plomo, aluminio y los provenientes de equipos electrónicos y electrodomésticos.

Las chatarras de metales No Ferrosos satisfacen las necesidades de las fundiciones del país para la fabricación de herrajes, conductores eléctricos, útiles del hogar, perfiles y otras producciones.

- Desechos de Metales Ferrosos: Incluye las chatarras de acero, hierro fundido y acero inoxidable.

El renglón principal es la chatarra ferrosa, en cuyo procesamiento y comercialización actúan veintidós de las empresas de la UNIÓN, que cuentan a su vez con 27 patios de chatarras para esta actividad productiva, abastecedora de la Industria Siderúrgica Nacional.

Vías de recuperación

Para atender el sector comunitario y la población existen tres vías de recuperación:

- Una red de más de 280 casas de compra, activas en todos los municipios del país.
- La cooperación entusiasta de la organización de pioneros, mediante el “Movimiento Recuperadores del Futuro” que despliega acciones educativas y prácticas con el propósito de contribuir a formar en los niños y adolescentes una cultura del reciclaje que constituye una necesidad social, indispensable para preservar el Medio Ambiente.
- La colaboración de los Comités de Defensa de la Revolución, organización de masas formada por más de ocho millones de cubanos, que en su línea de trabajo permanente, proclama la recuperación de materias primas en cada hogar, barrio y comunidad.
- Para atender el sector estatal contamos con la Ley 1288, emitida el 2 de enero de 1975, la cual establece los principios y normas generales de la recuperación de los desechos reciclables que no son aprovechados por los Organismos de la Administración Central del Estado. (Productos Recuperables UERMP-GER, 2021)

2.2 Requisitos del diseño de la prensa hidráulica horizontal

Se diseña una prensa compactadora de latas de aluminio con una fuerza máxima de 5 toneladas con un cilindro hidráulico de doble efecto. La prensa hidráulica horizontal (figura 2.1), trabajaría con un ritmo de trabajo periódico, es diseñada para el prensado de latas de aluminio de forma automática para mayor rapidez de producción según las exigencias de la empresa y demandas de la materia prima a realizar el prensado.

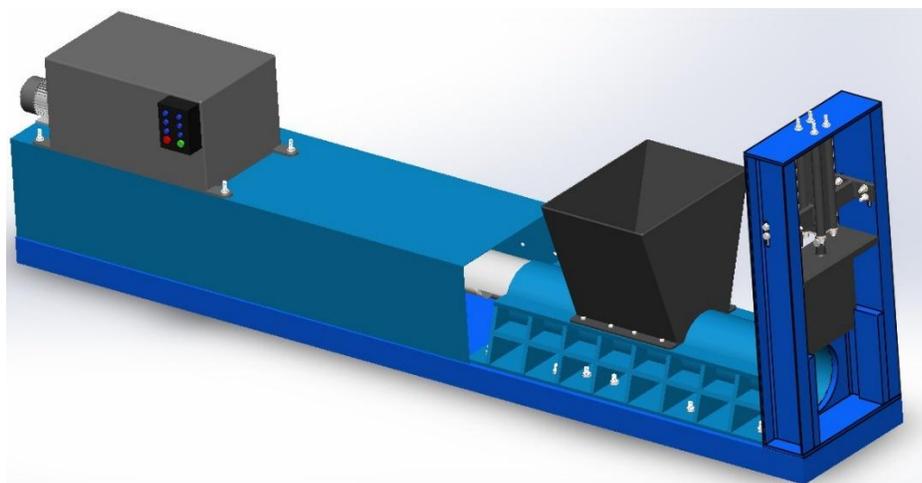


Figura 2.1: Propuesta de diseño de la prensa hidráulica horizontal (Elaboración propia)

El diseño está compuesto por los siguientes elementos básicos, la estructura de la base que cuenta con una estructura sólida y fuerte, una tolva de entrada del material que se diseñó a una altura cómoda para facilitar la labor del operario, se cuenta con un cilindro hidráulico de doble efecto accionado por un sistema hidráulico donde el vástago del cilindro se acopla con la placa de compresión que empuja y comprime las latas de aluminio contra la tapa de salida del material que se cierra y abre con un cilindro hidráulico automatizado, de esta manera se comprimen las latas de aluminio obteniendo un semiproducto de briquetas cilíndrica de 300 mm de diámetro, el largo varía según las especificaciones que se requieran llegando hasta un máximo aproximado de 600 mm, el material prensado luego sería utilizado para la fundición en hornos crisoles. Esta máquina está compuesta por los siguientes elementos básicos (figura 2.2) en orden numérico según se realizara el ensamblado a la hora de la fabricación.

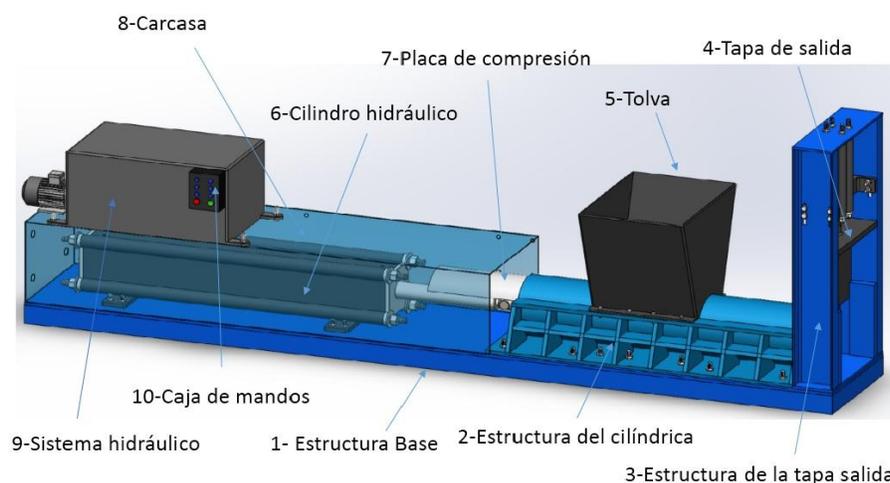


Figura 2.2: Componentes de la prensa hidráulica horizontal (Elaboración propia)

Diseño de la estructura de la base

Debe diseñarse una estructura sólida capaz de soportar las reacciones generadas en el instante de realizar el prensado. Las vigas que se van a implementar, tienen perfil canal paralelas, por lo que es necesario observar el comportamiento que éstas tengan cuando se le apliquen las fuerzas a las cuales van a estar sometidas. Se utilizará acero estructural 20 ya que estos aceros se dedican a la construcción de puentes, gasoductos, oleoductos, armaduras, calderas, etc. Por lo general todos los aceros para estructura son soldables y la soldabilidad es una de sus principales propiedades por esto el acero para estructura es de bajo contenido de carbono, los aceros para estructuras se emplean principalmente en forma de chapas de diversos espesores y de laminados comerciales. Se propone en el diseño de la base vigas de 100 mm x 50 mm formando un rectángulo de 4000 mm largo por 660 mm de ancho con tres vigas en el centro separadas a un metro para reforzar la estructura se utiliza tecnología de fabricación por soldaduras con electrodo E6013 de 4 mm. Para el apoyo de los componentes de la compactadora se empleó una plancha de 15 mm de espesor de acero 20 del mismo tamaño de la base que cuenta con orificios de $\varnothing 20.5$ mm para la sujeción con tornillos M20 de los elementos de la prensa.

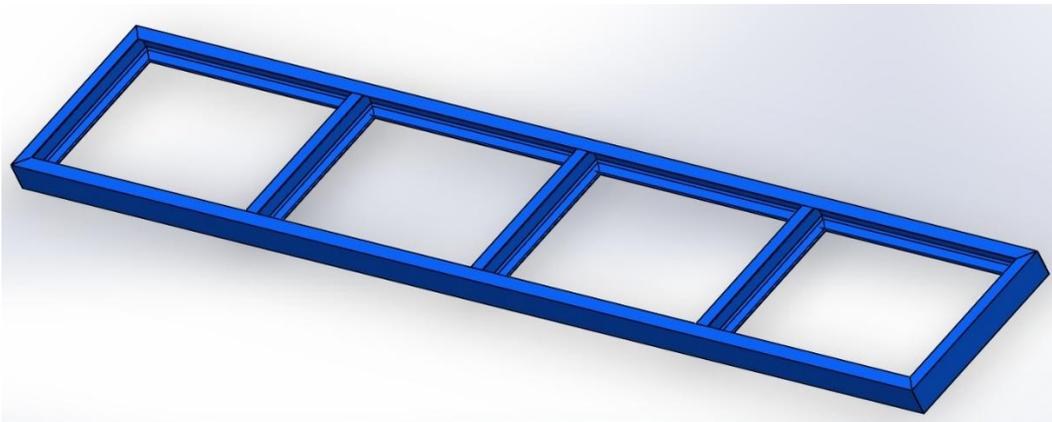


Figura 2.3: Base de la prensa (Elaboración propia)

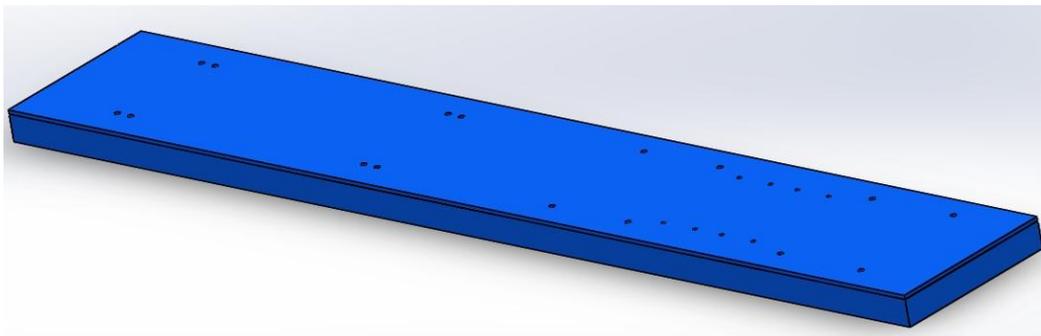


Figura 2.4: Base de la prensa con chapa superior (Elaboración propia)

Diseño de la tolva de entrada del material

Se denomina tolva (figura 2.5) a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito de materiales, su función va a ser almacenar el material que se va a prensar, se diseñó de chapas de acero 20 de 3 mm de espesor unidos por soldaduras con electrodo E6013 de 3 mm debido al espesor del material y se utilizó tecnología de taladrado a los agujeros inferiores para su sujeción. Los planos se pueden observar en el (anexo 16).

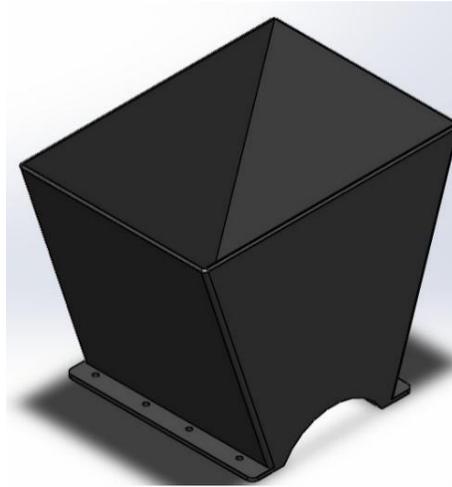


Figura 2.5: Tolva de entrada del material (Elaboración propia)

Cilindro de compresión

La estructura del cilindro (Figura 2.6) se confecciona de un perfil circular que tiene como diámetro interior 300 mm que servirá de molde a la hora de realizar el prensado de las latas y obtener el resultado final cilíndrico con un corte en la parte superior donde se ubica la tolva para la entrada del material, la estructura esta reforzada con cartelas a los laterales para fortalecer la estructura y darle mayor estabilidad, se confecciona de acero 20 por tecnología de soldadura y taladrado para la sujeción de la pieza. Ver planos (anexo 4)

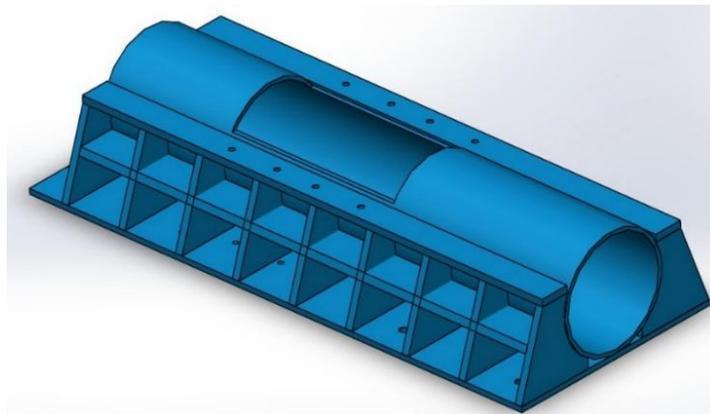


Figura 2.6: Cilindro de compresión (Elaboración propia)

Puerta salida del material

Se diseñó una estructura firme de viga canal c que va a soportar los impactos de compresión del cilindro hidráulico principal, se utiliza acero 20 para la estructura principal y para la puerta de salida acero 45 ya que va a tener mayor responsabilidad debido a la compresión del cilindro, las dimensiones se pueden observar en los anexos 3 y 6. Se utiliza un cilindro hidráulico automatizado para el movimiento ascendente y descendente de la puerta para mayor facilidad de trabajo del operario, rapidez y explotación de la prensa.

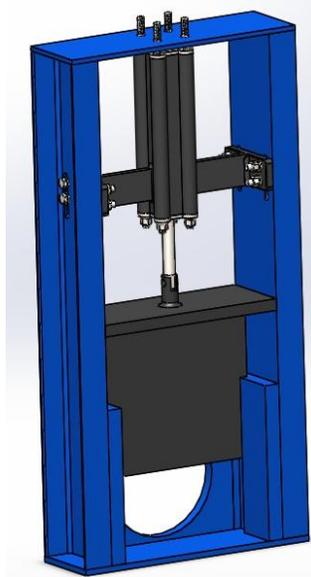


Figura 2.7: Puerta de salida del material (Elaboración propia)

Carcasa

La carcasa de la prensa es un sistema estructural para resguardar el cilindro hidráulico de posibles accidentes con los operarios y proteger el cilindro de sustancias que puedan afectar y corroer dichas piezas también va a sostener todo el sistema hidráulico de la compactadora se diseñó de chapas de acero 15 de 3 mm de espesor con agujeros para la sujeción de los elementos, se fabricó por tecnología de soldadura y taladrado.

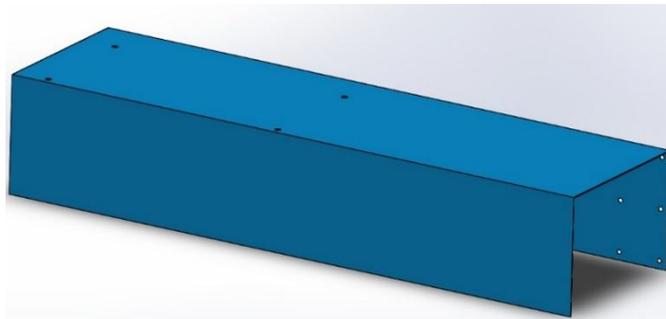


Figura 2.8 Carcasa de la prensa (Elaboración propia)

Placa de compresión

La placa de compresión va a ser la encargada de realizar la compresión a las latas de aluminio se diseñó de acero 35, tiene una chapa superior doblada soldada a la placa para evitar cuando se realice el avance de la placa de compresión las latas de aluminio caigan en la parte posterior de la placa y salgan del molde cilíndrico, la placa va acoplada al vástago del cilindro hidráulico con dos piezas de acople diseñadas de acero 35, conformadas por tecnologías de soldadura, torneado, fresado, rectificado y taladrado los planos se pueden apreciar en los anexos 17, 18 y 19.

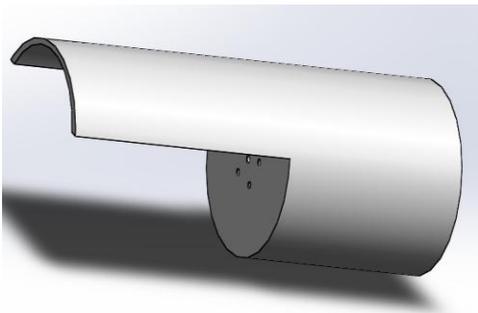


Figura 2.9 Placa de compresión

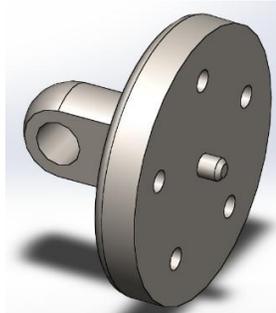


Figura 2.10 Couplind 1

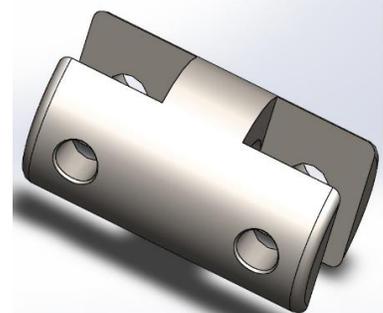


Figura 2.11 Couplind 2

Selección del cilindro hidráulico de compresión

Para la selección del cilindro hidráulico se tuvieron en cuenta varios parámetros entre ellos el tipo de cilindro, fuerza, presión carrera, diámetro del vástago y del pistón.

Tabla 1: Criterio de selección del cilindro (Roemheld, pág. 21)

Características distintivas	Funcionamiento	
	Simple efecto	Doble efecto
Símbolo		
Generación de fuerza	sólo en una dirección del eje	en ambas direcciones del eje
Avanzar/retroceder	en dirección efectiva con presión hidráulica, retroceso con muelle o fuerza externa	en ambas direcciones con presión hidráulica
Fuerza de retorno	pequeña, en casos generales sólo fuerzas de muelle mínimas	elevada, ya que hidráulica
Cámara del muelle	debe airearse, por eso peligro de formación de agua de condensación y penetración de líquidos corrosivos (ver hoja A 0.110 - Aireación de la cámara del muelle)	sin
Tiempos de desplazamiento	a causa del retroceso por muelle no exactamente definibles fuertemente dependientes de la sección y de los tubos y de la viscosidad del aceite	exactamente definibles y exactamente repetibles
Seguridad de funcionamiento	posibles fallos a causa de la ruptura del muelle	seguridad elevada de funcionamiento

Como propuesta se seleccionó un cilindro hidráulico de doble efecto siendo el más utilizado en este tipo de sistemas debido a que tiene dos orificios en la parte superior que permite la entrada del fluido en las dos cámaras facilitando su manejo por el operario pudiendo controlar así el recorrido lineal por toda su carrera a lo hora de realizar el prensado. El cilindro para este tipo de compactadoras según las bibliografías estudiadas de prensas similares es aproximadamente de cinco toneladas. Se buscó en catalogo un cilindro que cumpla con los requisitos necesitados.

Datos del cilindro (Roemheld, 2015):

Funcionamiento: doble efecto

Carrera: 1000 mm

Fuerza máxima de compresión: 62.3 kN = 6 toneladas

Fuerza máxima tracción: 37.2 kN

Diámetro del pistón: 63 mm

Diámetro del vástago: 40 mm

Presión máxima de servicio: 200 bar

La grafica siguiente muestra la relación entre la presión, la fuerza del pistón y diámetro del pistón según catálogo de Roemheld.

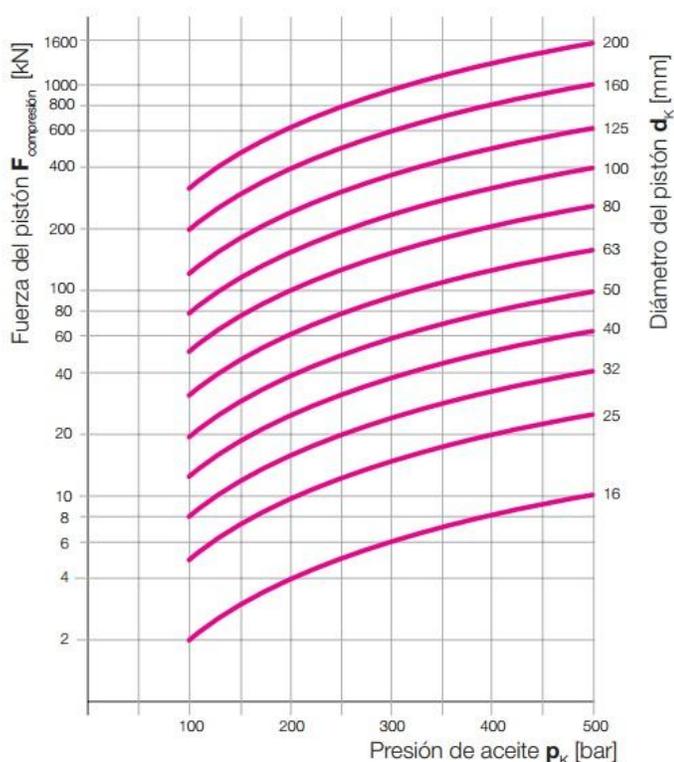




Figura 2.12 Cilindro hidráulico de doble efecto por (catálogo de Roemheld)

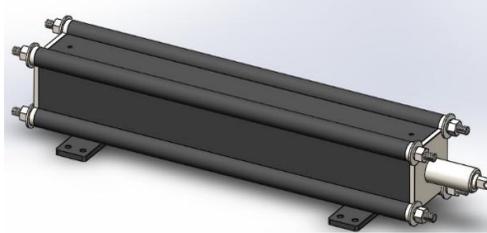


Figura 2.13: Diseño del cilindro hidráulico de doble efecto (Elaboración propia)

Selección del cilindro de la puerta de salida

Se propone un cilindro hidráulico de poca fuerza debido a que la función que va a realizar es el movimiento ascendente y descendente de la puerta de salida, cuenta con los datos siguientes:

Datos del cilindro (Roemheld, 2015):

Funcionamiento: doble efecto

Carrera: 320 mm

Fuerza: 0.5 kN = 0.05 toneladas

Diámetro del pistón: 20 mm

Diámetro del vástago: 16 mm

Presión máxima de servicio: 200 bar

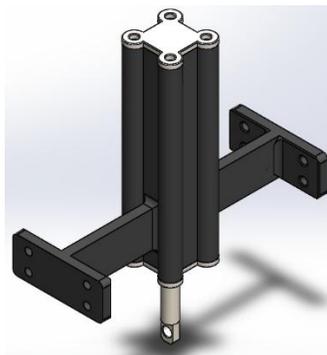


Figura 2.13: Diseño del cilindro de la puerta (Elaboración propia)

Requerimientos técnicos de los cilindros hidráulicos escogidos

- Deberá garantizarse la alineación mecánica correcta del eje de movimiento y los puntos de montaje del cilindro hidráulico y del vástago. Se deben evitar las fuerzas laterales en las guías del vástago y del pistón.
- Se deben observar las velocidades máximas admisibles del cilindro.
- Se debe tener en cuenta la compatibilidad de las juntas con las propiedades fluido hidráulico.
- Se deben observar las velocidades máximas admisibles durante el traslado a las posiciones finales, considerando también las cargas externas.
- La presión de servicio máxima admisible se debe cumplir en cualquier estado de servicio del cilindro hidráulico.
- Se debe tener en cuenta el posible aumento de la presión resultante de la relación del área anular con el área del pistón y los posibles puntos de estrangulación en el sistema.
- Se deben evitar los efectos nocivos del entorno como partículas abrasivas, vapores, elevadas temperaturas y soldadura, así como la contaminación y el deterioro del fluido hidráulico.

Selección del sistema hidráulico

Conociendo la presión a y fuerza de los cilindros hidráulicos se escogió el sistema de bomba, motor eléctrico, válvulas y depósito por el catálogo de Hi-Force especializado en componentes hidráulicos donde se obtiene los datos correspondientes de cada uno de los elementos.



Figura 2.14: Sistema escogido según catálogo (Hi-force, 2021)

Motor monofásico modelo HEP310122H de 220 V con una potencia de 3HP, 60Hz de bajo ruido con ventilador totalmente cerrado.

Depósito de aceite de 25 litros.

Bomba hidráulica de engranaje de 3000 psi (206 bar)

Tablero de control eléctrico para la activación de la maquina como es: el encendido, apagado, activación del mando eléctrico y un paro de emergencia.

Componentes Normalizados

Tabla 2: Componentes Normalizados de la propuesta de diseño

No	Componentes	Cant.	Descripción
1	Tornillo Hexagonales M20	22	Tornillos M20 con tuerca por 75mm
2	Tornillo Hexagonales M16	12	Tornillo M16 con tuerca por 60 mm
3	Tornillo Hexagonales M12	8	Tornillo M12 con tuerca por 60 mm
4	Arandela plana M20	22	Arandela plana para tornillo M20
5	Arandela plana M16	12	Arandela plana para tornillo M16
6	Arandela plana M12	8	Arandela plana para tornillo M12
7	Arandela presión M20	22	Arandela de presión para tornillo M20
8	Arandela presión M16	12	Arandela de presión para tornillo M16
9	Arandela presión M12	8	Arandela de presión para tornillo M12
10	Cilindro hidráulico de la tapa de salida	1	Carrera 320 mm, Fuerza de compresión 0.05 toneladas, \varnothing pistón 32 mm, \varnothing vástago 20 mm, presión 200 bar.
11	Cilindro hidráulico principal de compresión	1	Carrera 1000mm, Fuerza de compresión 6 toneladas, \varnothing pistón 63 mm, \varnothing vástago 40 mm, presión 200 bar.
12	Sistema de electrobomba	1	Compuesto por motor eléctrico 220 3HP, bomba de engranaje de 3000 psi, depósito de aceite de 25 litros, tablero eléctrico.

2.3 Análisis por elemento finito de las piezas sometidas a mayor esfuerzo

Se realizó un estudio por el método de elementos finitos a los elementos de mayor esfuerzo sometidos del diseño pudiendo así ver si soportan o no las cargas a que serán sometidas llegando a verificar si se seleccionó bien los espesores de las piezas y materiales escogidos.

Análisis de la tapa de salida

Se le realizó un análisis a la tapa donde se tuvieron en cuenta las tensiones, desplazamientos y el factor de seguridad. El primer paso para desarrollar el cálculo fue definir el material donde se utilizó acero 45 ya que cuenta con las siguientes características. “Es un acero fino al carbono de alta calidad; templabilidad garantizada, gran pureza lograda con un proceso especial de fabricación y estricto control de calidad, se aplica para la construcción de maquinaria en general, para partes y piezas expuestas a exigencias medianas, cuenta con una composición química de 0.45% de carbono, con 0.25 % de Silicio y 0.7 % magnesio” (Crespo Ricardo, 2017).

Tabla 3: Propiedades del acero 45 (Silovsky, 1985)

Propiedad	Valor	Unidad
Módulo elástico	205	GPa
Coefficiente de Poisson	0.29	
Módulo cortante	80	GPa
Densidad	7850	kg/m ³
Límite de tracción	625	MPa
Límite elástico	530	MPa
Coefficiente de expansión térmica	1,15*10 ⁻⁵	1/K
Conductividad térmica	49,8	W/(m·K)
Calor específico	486	J/(kg·K)

Posteriormente se definen las cargas y restricciones aplicadas al modelo. En la tapa de salida las restricciones aplicadas al modelo son fijas para la zona de la corredera de la puerta y el anillo de sujeción. La carga aplicada es de 60 000 N = 6.1 toneladas a la cara frontal del modelo la que a recibir la fuerza del cilindro hidráulico.

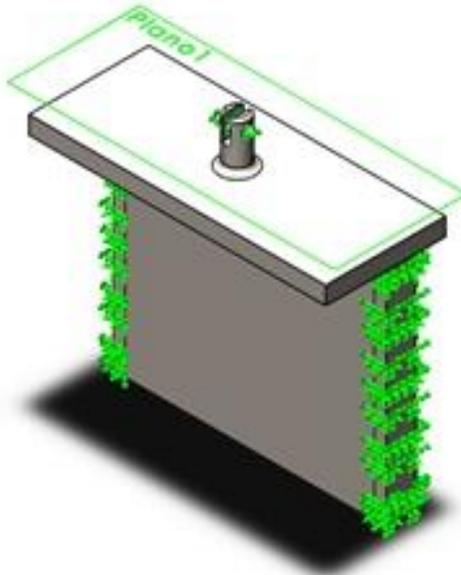


Figura 3.1: Restricciones de la tapa de salida (Elaboración propia)

A continuación se procede a realizar el mallado del modelo. En la figura 3.2 se muestra el mallado obtenido. La malla tiene 13 810 nodos y 8275 elementos. El tamaño de los elementos finitos es 23.0306 mm y la tolerancia de 1.15153. Se utilizó un mallado sólido con elementos cuadráticos de alto orden.

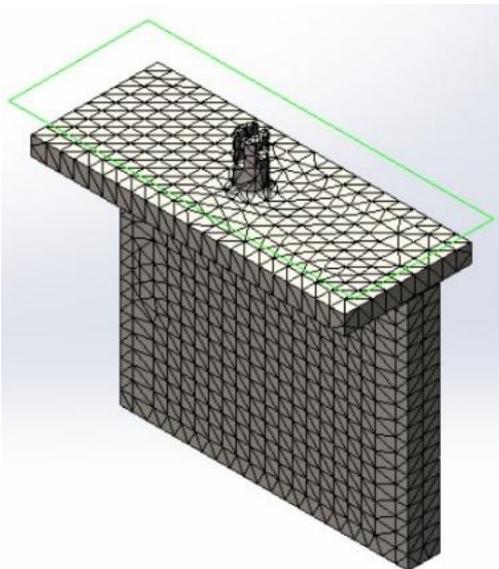


Figura 3.2: Mallado de la tapa de salida (Elaboración propia)

Análisis estático de tensiones

La figura 3.2 muestra el análisis de tensiones, como se puede ver la tensión máxima convirtiéndolo en MPa es de 135,9 MPa mucho menor que el límite elástico del material 530 MPa, por lo que se puede afirmar que la tapa de salida resistirá las cargas aplicadas.

Nombre del modelo: Tapa salida material
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)
Tipo de resultado: Análisis estático tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 265,45

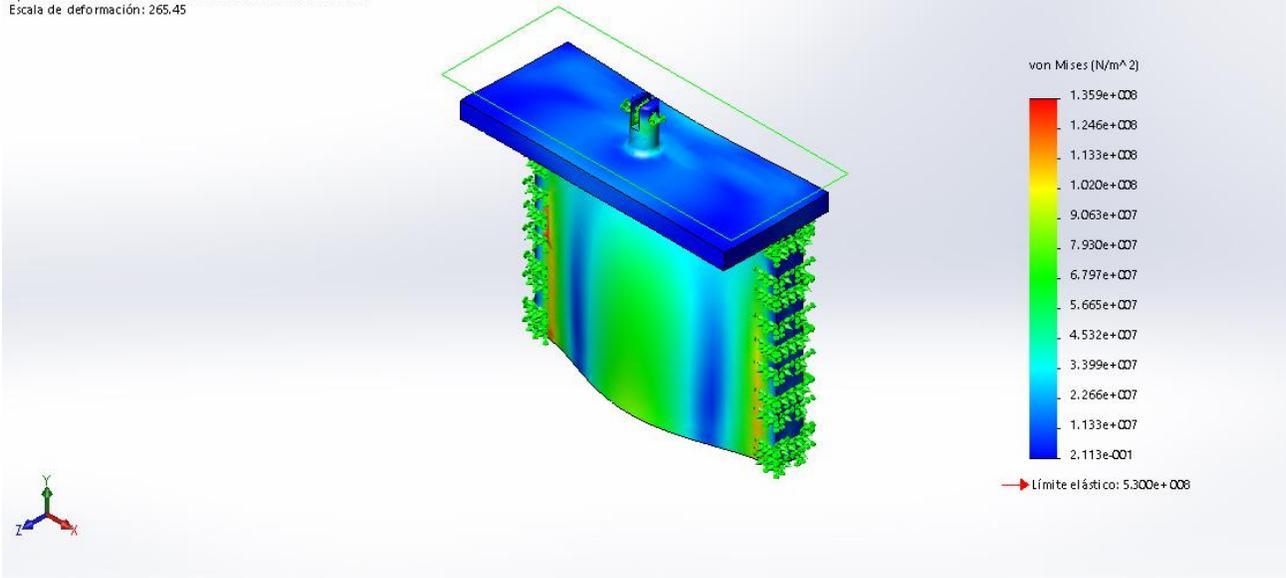


Figura 3.2: Análisis de tensiones de la tapa de salida (Elaboración propia)

Análisis de los desplazamientos

El análisis de los desplazamientos se muestra en la figura 3.3. El desplazamiento máximo obtenido es de 0.019 mm. Este valor es muy pequeño, atendiendo a las dimensiones de la pieza se plantea que no afecta la tapa de salida.

Nombre del modelo: Tapa salida material
Nombre de estudio: Análisis estático 1 (-Default-)
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamiento1
Escala de deformación: 265,45

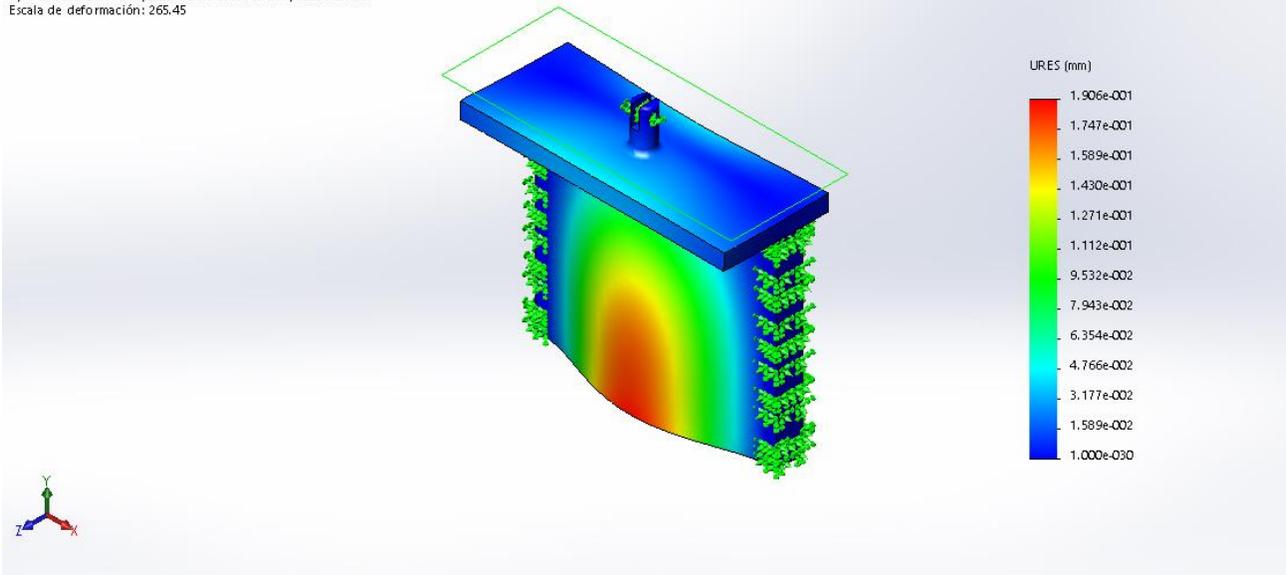


Figura 3.3: Análisis de desplazamientos de la tapa de salida (Elaboración propia)

Análisis del factor de seguridad

La figura 3.4 muestra el análisis del factor de seguridad. Como se puede apreciar el factor de seguridad mínimo es mayor que uno por lo que el diseño cumple con las condiciones y el material seleccionado.

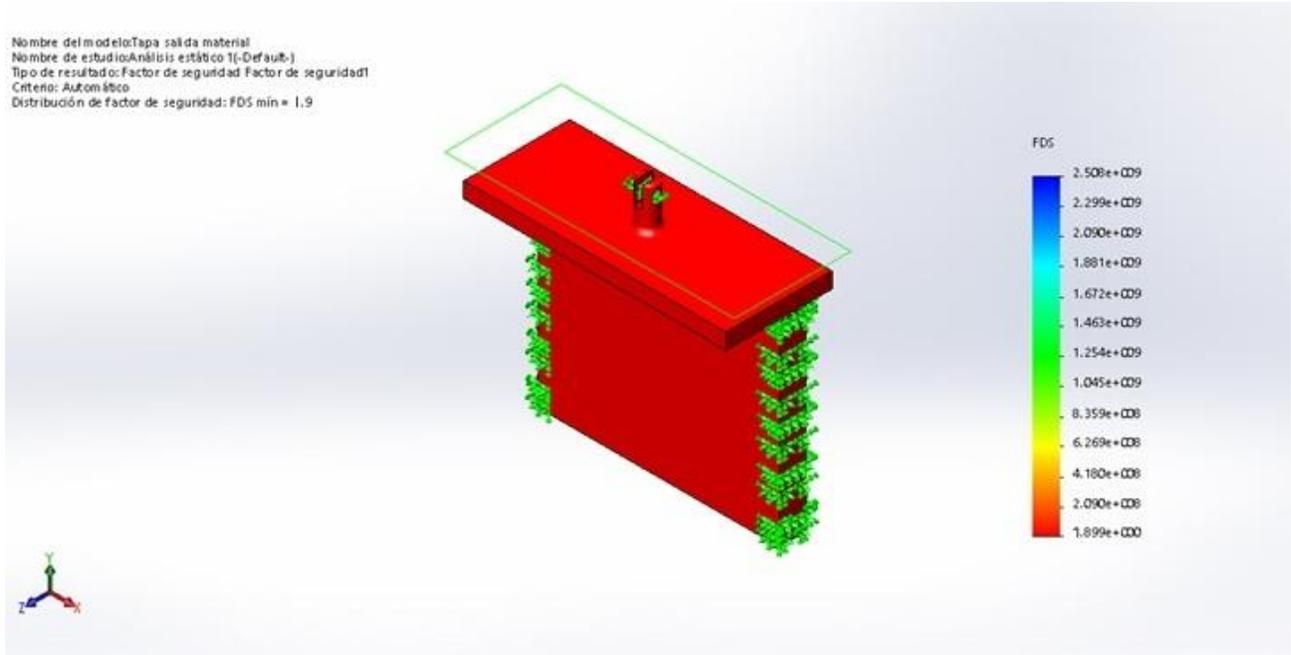


Figura 3.4: Análisis del factor de seguridad de la tapa de salida (Elaboración propia)

Análisis económico de la prensa hidráulica

El análisis económico del presente trabajo está enfocado hacia los beneficios que pueda reportar la implementación de la prensa hidráulica en la empresa recuperación de materias primas de Holguín, para la recuperación de la materia prima no ferrosa en especial los envases de aluminio. Un aspecto importante a tomarse en cuenta es que en nuestra ciudad no existe este tipo de compactadora, por lo tanto el empleo de nuestra maquina tendría un mayor campo de aplicación y brindara un mejor servicio a la recuperación de la materia prima. Para valorar los trabajos realizados y estimar el costo de la prensa hidráulica, se elabora la tabla de gastos en materiales.

Tabla 4: Costos de los materiales de la prensa

N.	Material	Descripción	Ct.	u/m	Precio	Importe
1	Plancha de acero 20 de 15 mm	Plancha inferior de la base 4000 mm * 660 mm	1	U	\$ 14181	\$ 14181

2	Plancha de acero 20 de 15 mm	Plancha inferior de la estructura cilíndrica 1250 mm * 620 mm	1	U	3151	3151
3	Chapa de acero 15 de 3 mm	Chapa para conformar la carcasa de la prensa 2300 mm * 440 mm	3	U	5335	16006
4	Plancha de acero 20 de 3 mm	Chapa para conformar la tolva 750 mm * 520 mm	4	U	3934	15737
5	Plancha de acero 20 de 12 mm	Plancha para la estructura de la puerta de salida 655 mm * 202 mm	4	U	483.4	1934
6	Viga perfil canal acero 20	Viga perfil canal de la estructura de la prensa total 14 m	3	U	2193	6578
7	Tornillo Hexagonales M20	Tornillos M20 con tuerca por 75mm	22	U	42.48	934.56
8	Tornillo Hexagonales M16	Tornillo M16 con tuerca por 60 mm	12	U	23	276
9	Tornillo Hexagonales M12	Tornillo M12 con tuerca por 60 mm	8	U	7	56
10	Arandela plana M20	Arandela plana para tornillo M20	22	U	5	110
11	Arandela plana M16	Arandela plana para tornillo M16	12	U	1.92	23.04
12	Arandela plana M12	Arandela plana para tornillo M12	8	U	1.2	9.6
13	Arandela presión M20	Arandela de presión para tornillo M20	22	U	1.92	42.24
14	Arandela presión M16	Arandela de presión para tornillo M16	12	U	8.4	100.8

1 5	Arandela presión M12	Arandela de presión para tornillo M12	8	U	5.3	42.4
1 6	Cilindro hidráulico de la tapa de salida	Carrera 320 mm, fuerza de compresión 0.05 toneladas, Ø pistón 32 mm, Ø vástago 20 mm, presión 200 bar.	1	U	720	720
1 7	Cilindro hidráulico principal de compresión	Carrera 1000mm, Fuerza de Compresión 6 toneladas, Ø pistón 63 mm, Ø vástago 40 mm, presión 200 bar.	1	U	4560	4560
1 8	Estación de bomba de aceite hidráulica	Compuesta por motor eléctrico, Bomba de engranaje, depósito de aceite y tablero eléctrico.	1	U	62400	62400
	Valor Total				\$	126860

El costo de la maquina es un aproximado debido a que la propia empresa se dedica a reciclar y recupera todo tipo de desechos, la gran mayoría de los componentes de la propuesta de diseño serán productos recuperados por lo que el valor estimado sería menor. Los precios utilizados fueron tomados por el valor de los materiales de la Empresa de Máquinas Agrícolas 26 de Julio de Holguín que es donde se van a elaborar gran parte de los componentes de la compactadora.

Impacto ambiental del diseño

En lo que se refiere a la contaminación de la maquina no presenta ningún tipo de contaminación, a que la cantidad de fluido hidráulico que utiliza para realizar su trabajo no afecta en el medio ambiente por ser un sistema hermético y por otra parte la cantidad de ruido durante la operaciones es mínima, a partir de estos puntos de vista se puede decir que el aporte de esta máquina está enfocada a dar un desarrollo de la sociedad en general. También cabe destacar que el taller donde será ubicada la maquina es apartado del centro de la ciudad y a sus alrededores existe muy poca población establecida por lo que no afecta a los ciudadanos que se encuentren cerca de la empresa.

En el taller al que corresponde este proyecto, se presentan diversos fenómenos que inciden en el impacto ambiental, lo que se debe tener en cuenta para darle una solución práctica.

- La emisión de partículas en suspensión de metales y materiales abrasivos que se desprenden en forma de virutas mediante el empleo de las máquinas herramientas, provocan la infertilidad del suelo, afecta el ecosistema circundante y la salud de los propios trabajadores.
- Durante el proceso de prensado se utilizan refrigerantes y lubricantes que después de reciclarse en un determinado tiempo se desechan, estos desechos del sistema de lubricación, en ocasiones, son vertidos a los ríos, por lo que los tecnólogos deben controlar de manera minuciosa estos actos, para que esto no contribuya a la contaminación de aguas aledañas al taller.
- Es importante la observación, por parte de los operarios, del estado de las máquinas, para que de una forma u otra rectifiquen con tiempo un alto consumo de energía y materiales, contribuyentes a la quema de combustible fósil para la generación de energía eléctrica la cual se transforma en energía mecánica.
- El déficit de equipamiento para evitar los ruidos y vibraciones afecta la audición y otros problemas de salud de los obreros que se encuentran en ese entorno de trabajo. Por otro lado, los talleres cuentan con depósitos de basura todo cuanto pudiera ser una fuente de contaminación tiene su lugar: tanques para recoger aceites, lubricantes, desechos del resultado de piezas maquinadas las cuales están clasificadas.
- La empresa cuenta con una política medioambiental para la protección de sus operarios, así como del medio ambiente en que trabajan ya que este es el hogar de todos.
- La administración del Área en coordinación con el sindicato, debe velar por el estricto cumplimiento de las normas de seguridad antes indicadas y atender con responsabilidad el movimiento de áreas protegidas, para así reducir el impacto ambiental de los procesos de fabricación de piezas y cuidar la salud de todos.

CONCLUSIONES

1. El estudio realizado sobre los diferentes tipos de compactadora permitió lograr la propuesta de diseño de la prensa hidráulica horizontal para el compactado del aluminio en forma cilíndrica.
2. Al término del estudio se concluye que si es posible construir una compactadora para latas de aluminio con elementos de máquinas y materiales fuera de uso. Los elementos del diseño son piezas de fácil adquisición en el mercado nacional y piezas que pueden ser recicladas y recuperadas cumpliendo así con los requisitos establecido por la empresa.
3. El valor de la inversión, con los elementos del sistema hidráulico y los materiales para la estructura metálica, resulto ser de \$ 126 860 pesos en CUP. La propuesta del diseño de la prensa servirá de gran apoyo a la recuperación del aluminio permitiendo así ahorros considerables para el país.

RECOMENDACIONES

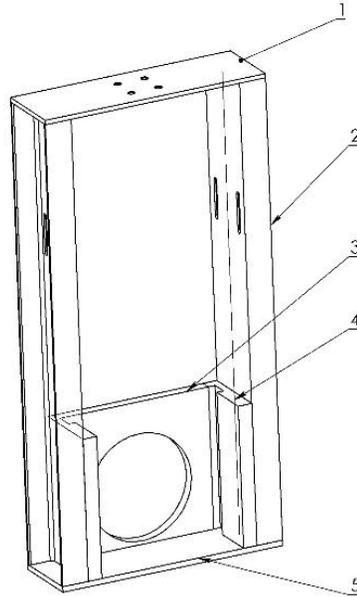
1. Implementar una cinta transportadora para que la tolva de la prensa hidráulica horizontal puede ser suministrada de forma automática, y así obtener un mayor rendimiento en el proceso productivo.
2. Profundizar más en la automatización del sistema hidráulico y eléctrico de la prensa hidráulica horizontal para su posterior puesta en marcha y explotación en la recuperación de la materia prima.
3. Continuar los estudios de resistencia de los demás elementos de la máquina por el método de análisis de elementos finitos.
4. Elaborar un plan de mantenimiento en función de la frecuencia de trabajo para mantener la funcionalidad de la compactadora.

REFERENCIAS

- 1-“*Solid Works*”. (5 de octubre de 2016). Obtenido de <http://www.espe.edu.ec>
- 2-Alpízar, E. T. (2003). *DETERMINACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO*. MATANZAS: UNIVERSIDAD CAMILO CIENFUEGOS.
- 3-Autodesk. (28 de octubre de 2021). *Autodesk, Available*. Obtenido de <http://www.autodesk.com>
- 4-Biodegradable. (2018). *QUE ES RECICLAR*. Recuperado el 15 de agosto de 2021, de <http://www.biodegradable.com.mx>
- 5-Cabrera, R. (septiembre de 2007). Principio de Pascal. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 12 de septiembre de 2021, de http://ricuti.com.ar/no_me_salén/hidrostática/FT_pascal.html
- 6-costaricareciclaje. (2018). *RECICLAJE*. Recuperado el 08 de septiembre de 2021, de <http://www.costaricareciclaje.com>
- 7-Crespo Ricardo, L. (2017). *Evaluación a fractura de probetas de acero CT3 sometidas a torsión cíclica*. Holguín: Universidad de Holguín “Sede Oscar Lucero Moya.
- 8-cubarecicla.ger.cu. (20 de abril de 2021). Recuperado el 10 de septiembre de 2021, de Productos Recuperables UERMP-GER: <http://cubarecicla.ger.cu>
- 9-Definición de características de diseño. (25 de septiembre de 2021). Obtenido de <http://www.espe.edu.ec>
- 10-Echeverry Romero, M. V. (2012). *Historia de la prensa hidráulica*. Bogotá D.C: Slideshare. Recuperado el 12 de septiembre de 2021, de http://es.slideshare.net/loren_michel/historia-de-la-prensa-hidraulica.
- 11-*Ecu Red*. (20 de octubre de 2021). Obtenido de Fluido: <https://www.ecured.cu>
- 12-FLUIDCA S.A. (10 de septiembre de 2021). Hydraulic Mechanical Presses. Mexico. Obtenido de <http://fluidica.com/nosotros.html>
- 13-Hi-force. (25 de noviembre de 2021). *Hi-force*. Obtenido de www.hi-force.com
- 14-Industrial, M. d. (2000). *Manual de Mecánica Industrial, neumática e hidráulica Tomo 2*. España: Cultural.

- 15-*Jotabl*. (20 de octubre de 2021). Obtenido de Todo sobre las prensas neumáticas:
<https://jotabl.com/prensa-neumatica>
- 16-López Escobar, J. M. (2010). Prensado automatizado de las latas de aluminio del desecho para contribuir en el reciclado. Ambato, Ecuador.
- 17-*Perfeccionan en Holguín la recuperacion de materias primas*. (15 de octubre de 2020). Obtenido de telecristal: <https://www.aldia.cu>
- 18-Roemheld. (2015). Cosas interesantes a conocer sobre cilindros hidráulicos. *Roemheld*, 21. Recuperado el 25 de octubre de 2021, de www.roemheld.com
- 19-Rojas Lazo, O., & Luis. (2006). Diseño asistido por computadora. *Industrial Data*, 15.
- 20-Shigley, J. E. (1990). *Diseño en ingeniería mecánica*. Mexico: Tierra Firme.
- 21-Silovsky. (1985). *Resistencia de materiales*. Habana: Instituto Cubano del libro.
- Silva, S., & Cervantes, R. (2005).
- 22-STOKYAR. (07 de abril de 2011). *Las aplicaciones de las prensas hidráulicas*. Recuperado el 20 de septiembre de 2021, de http://www.articulo.org/articulo/39365/las_aplicaciones_de_las_prensas_hidraulicas.html
- 23-Stover, R. N. (1984). *An Analysis of CAD/CAM Applications*. Prentice Hall.
- 24-*Telecristal*. (20 de marzo de 2020). Recuperado el 10 de septiembre de 2021, de Perfeccionan en Holguín la recuperación de materias primas: <http://www.aldia.cu>
- 25-Zienkiewicz. (1994). *El metodo de los elementos finitos*. Barcelona: Cimne .
- 26-Resolución 21-1272 del 7 de noviembre de 1961

Anexo 3 Puerta de salida



Marca	Pos.	Descripción	Código	Cant.	Observaciones
	1	Placa superior	PH6-01.04.01.001	1	
	2	Soporte	PH6-01.04.01.002	2	
	3	Placa de salida	PH6-01.04.01.003	1	
	4	Guía de la corredera	PH6-01.04.01.004	2	
	5	Placa inferior	PH6-01.04.01.005	1	

Abstr. DT	Fecha y fecha	Sustituye a	No. Inv. C.	Serie y plano
-----------	---------------	-------------	-------------	---------------

1

EESTRUCTURA DE LA PUERTA



Etapas de elaboración

Etapa	Cant.	Not. Util.	Firma	Fecha
Elaboración				
Revisión				
Com. Tec.				
Car. Núm.				
Aprobó				

Plano de ensamble

Masa	Escala	Foja No	Cant. de Hojas
kg	1:20	1	1

PH6-01.04.01.000

Anexo 5 Base de la Prensa

PHT1-02.000

No. Inv. D.	Firma y fecha
Suscriptor a	Firma y fecha
Ab. Inv. OT.	Firma y fecha

Relación de Materiales

Marca	Pos.	Descripción	Longitud	Cant.	Masa Kg	Masa todo
	1	Plancha acero 10 espesor 15	4000x660	1	312 Kg	312 Kg
	2	Viga UPN 100 acero RST-37/2	660	5	7 Kg	35 Kg
	3	Viga UPN 100 acero RST-37/2	4000	1	43 Kg	86 Kg

Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha
Dibujó	-	-	-	-
Proyectó	-	-	-	-
Revisó	-	-	-	-
Cont. Téc.	-	-	-	-
Cont. Nor.	-	-	-	-
Aprobó	-	-	-	-

BASE DE LA PRENSA

Plano de ensamble

ST-37-2

Etapas de elaboración

Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de hojas
Kg	1:50	1	1

PHT1-02.000

A3

Anexo 8 Plano de la de la placa superior de la estructura de la compuerta

$12.5 / \sqrt{V}$

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
 1. Las desviaciones límites de las dimensiones tomarlas por H14
 2. Eliminar cantos agudos

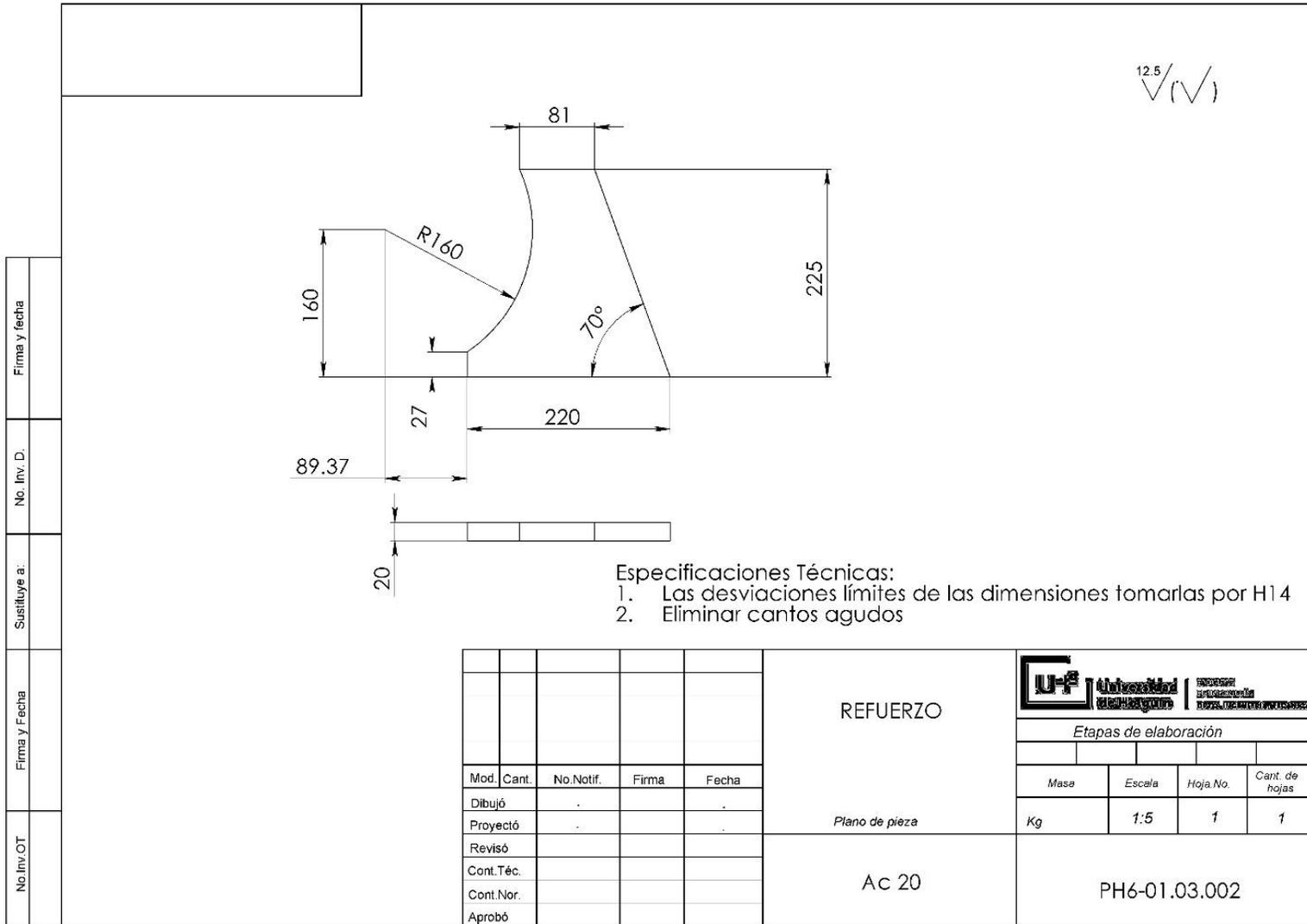
Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha	PLACA SUPERIOR <i>Plano de pieza</i>								
Dibujó										<i>Etapas de elaboración</i>			
Proyectó										Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de hojas
Revisó										Kg	1:10	1	1
Cont. Téc.										PH6-01.04.01.001			
Cont. Nor.													
Aprobó													

Firma y fecha
No. Inv. D.
Sustituye a:
Firma y Fecha
No. Inv. OT

Anexo 9 Plano del soporte de la estructura de la compuerta

Firma y fecha																																																									
No. Inv. D.																																																									
Sustituye a:																																																									
Firma y Fecha																																																									
No. Inv. OT		<p>Especificaciones Técnicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Las desviaciones límites de las dimensiones tomarlas por H14 2. Eliminar cantos agudos 																																																							
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>Mod.</td> <td>Cant.</td> <td>No. Notif.</td> <td>Firma</td> <td>Fecha</td> <td colspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">SOPORTE</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Plano de pieza</td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Etapas de elaboración</td> </tr> <tr> <td style="width: 25%;">Masa</td> <td style="width: 25%;">Escala</td> <td style="width: 25%;">Hoja No.</td> <td style="width: 25%;">Cant. de hojas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Kg</td> <td style="text-align: center;">1:20</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> <td colspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">UPN 200 Ac ST 37/2</td> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">PH6-01.04.01.002</td> </tr> </table>											Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha	SOPORTE											Plano de pieza					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Etapas de elaboración</td> </tr> <tr> <td style="width: 25%;">Masa</td> <td style="width: 25%;">Escala</td> <td style="width: 25%;">Hoja No.</td> <td style="width: 25%;">Cant. de hojas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Kg</td> <td style="text-align: center;">1:20</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	Etapas de elaboración				Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de hojas	Kg	1:20	1	1						UPN 200 Ac ST 37/2					PH6-01.04.01.002
Mod.	Cant.	No. Notif.	Firma	Fecha	SOPORTE																																																				
					Plano de pieza					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Etapas de elaboración</td> </tr> <tr> <td style="width: 25%;">Masa</td> <td style="width: 25%;">Escala</td> <td style="width: 25%;">Hoja No.</td> <td style="width: 25%;">Cant. de hojas</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Kg</td> <td style="text-align: center;">1:20</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	Etapas de elaboración				Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de hojas	Kg	1:20	1	1																																			
Etapas de elaboración																																																									
Masa	Escala	Hoja No.	Cant. de hojas																																																						
Kg	1:20	1	1																																																						
					UPN 200 Ac ST 37/2					PH6-01.04.01.002																																															

Anexo 13 Plano del refuerzo de la estructura del cilindro de compresión



Anexo 14 Plano del soporte de la tolva de la estructura del cilindro de compresión

Firma y fecha																															
No. Inv. D.																															
Sustituye a:																															
Firma y Fecha																															
No. Inv. OT		<p>Especificaciones Técnicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Las desviaciones límites de las dimensiones tomarlas por H14 Eliminar cantos agudos 																													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <p>SOPORTE DE LA TOLVA</p> <p><i>Plano de pieza</i></p> <p>Ac 35</p> </td> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><i>Etapas de elaboración</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Masa</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Escala</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Hoja No.</i></td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>Cant. de hojas</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Kg</td> <td style="text-align: center;">1:20</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">PH6-01.03.001</td> <td></td> </tr> </table>						<p>SOPORTE DE LA TOLVA</p> <p><i>Plano de pieza</i></p> <p>Ac 35</p>		<i>Etapas de elaboración</i>					<i>Masa</i>	<i>Escala</i>	<i>Hoja No.</i>	<i>Cant. de hojas</i>		Kg	1:20	1	1						PH6-01.03.001		
					<p>SOPORTE DE LA TOLVA</p> <p><i>Plano de pieza</i></p> <p>Ac 35</p>																										
<i>Etapas de elaboración</i>																															
<i>Masa</i>	<i>Escala</i>	<i>Hoja No.</i>	<i>Cant. de hojas</i>																												
Kg	1:20	1	1																												
				PH6-01.03.001																											

Anexo 16 Plano de la tolva de entrada del material

