

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UNA PRENSA VERTICAL PARA EL
EMPACADO DE 15 TON/HORA DE CARTON Y PLASTICO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

JOSÉ ALEJANDRO MELGAR BARZOLA

Callao, Noviembre, 2017

Perú

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el auditorio Ausberto Rojas Saldaña de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306, Bellavista - Callao, siendo las 1.30 pm. del día sábado 09 de diciembre de 2017, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador del II Ciclo de Tesis Titulación por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis- de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao.

- Dr. Ing. Félix Alfredo Guerrero Roldán : Presidente
- Dr. Ing. Oscar Teodoro Tacza Casallo : Secretario
- Dr. Ing. Napoleón Jáuregui Nongrados : Vocal

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 147-2017-CF-FIME de fecha 20 de noviembre de 2017 y Resolución Decanal N° 046-2017-D-FIME a fin de proceder al acto de evaluación de la Tesis titulada: **"DISEÑO DE UNA PRENSA VERTICAL PARA EL EMPACADO DE 15 TON/HORA DE CARTÓN y PLÁSTICO"**, presentada por el señor Bachiller **MELGAR BARZOLA JOSÉ ALEJANDRO**.

Contando con la presencia del Supervisor General, Decano de la Facultad de Ciencias Contables Dr. CPG Roger Peña Huamán, Supervisor de la FIME, Dr. José Hugo Tezen Campos y el representante de la Comisión de Grados y Títulos Eco. Guillermo Alonso Gallarday Morales.

A continuación, se dio inicio a la sustentación de la Tesis de acuerdo a lo normado en los numerales del 10.1 al 10.4 del capítulo X de la Directiva para la Titulación Profesional por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis en la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R del 21 de agosto de 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de agosto de 2013 y la Resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de abril de 2014 con la que se modifica el Art. 4.5 del capítulo IV de la organización del Ciclo de Tesis, así como lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos de Pregrado, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 135-2017-CU de fecha 22 de junio de 2017.

Culminado el acto de sustentación, los señores miembros del Jurado Evaluador procedieron a formular las preguntas al indicado bachiller, las mismas que fueron absueltas satisfactoriamente.

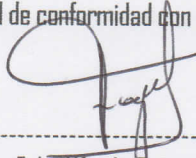
Luego de un cuarto de intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación de la Tesis, se acordó: calificar la tesis sustentada por el señor bachiller **MELGAR BARZOLA JOSÉ ALEJANDRO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico por la modalidad de Tesis con Ciclo de Tesis, según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
13 (TRECE)	BUENO


Finalmente, se procedió a leer en público el acta de sustentación.

Siendo las 2:00 pm. del día sábado nueve de diciembre del dos mil diecisiete, el señor Presidente del Jurado Evaluador dio por concluido el acto de sustentación de Tesis.

En señal de conformidad con lo actuado, se levanta la presente acta.



Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán
Presidente



Dr. Oscar Teodoro Tacza Casallo
Secretario



Dr. Napoleón Jáuregui Nongrados
Vocal

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado de Sustentación de Tesis

I N F O R M E

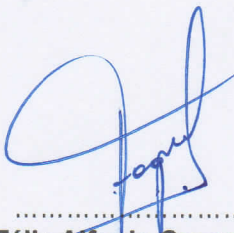
Vista, la Tesis, titulada: "DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA VERTICAL PARA EL EMPACADO DE 15 TON/HORA DE CARTON Y PLASTICO", presentado por el señor bachiller en Ingeniería Mecánica, MELGAR BARZOLA, JOSÉ ALEJANDRO.

A QUIEN CORRESPONDA:

El **Presidente del Jurado** informa que la Sustentación de la Tesis se realizó de manera presencial el día sábado 09 de diciembre de 2017 a las 1:30 pm. y en la que se encontraron observaciones, las mismas que han sido revisadas por los miembros del Jurado y el interesado ha cumplido con levantar.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 16 de marzo de 2018



.....
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán
Presidente de Jurado de Sustentación de Tesis

DEDICATORIA:

*A los profesionales de las ingenierías tecnológicas,
Que cuentan con las herramientas suficientes para innovar,
Y perseveran en el objetivo de desarrollar y mejorar
Tecnologías que hasta ahora solo existen en el extranjero*

AGRADECIMIENTOS:

*A mis familiares y amigos que estuvieron en todo momento
apoyándome en los tiempos de estudio y sacrificio
necesarios para poder llegar a esta etapa de mi vida académica*

INDICE

INDICE.....	5
INDICE DE TABLAS	7
INDICE DE FIGURAS.....	9
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	14
1.1. Identificación del problema	14
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Objetivos de la investigación	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos	17
1.4. Justificación	18
1.4.1. Justificación Tecnológica:.....	18
1.4.2. Justificación Económica:	18
1.5. Importancia	18
II. MARCO TEORICO.....	20
2.1. Antecedentes del estudio:.....	20
2.1.1. Antecedentes Internacionales:.....	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales:	22
2.2. Bases teóricas y científicas	22
2.2.1. Prensas hidráulicas	22
2.2.2. Tipos de Prensas Hidráulicas	28
2.2.3. Principales factores en el uso de una Prensa.....	30
2.2.4. Principales componentes de una Prensa Hidráulica.....	30
2.2.5. Cálculos primarios utilizados para los componentes de la prensa	37
2.2.6. Método de elementos finitos	40
2.2.7. Influencia del área de terreno usada en la rentabilidad de las operaciones.....	44
2.3 Definición de Términos Básicos:.....	45
III. VARIABLES E HIPOTESIS.....	47
3.1. Variables de la investigación	47

3.1.1.	Variable Independiente:	47
3.1.2.	Variable Dependiente:	47
3.2.	Operacionalización de variables:	47
3.2.1	Definiciones Conceptuales:	48
3.3.	Hipótesis	49
3.3.1.	Hipótesis General	49
3.3.2.	Hipótesis específicas	49
IV.	METODOLOGIA	51
4.1.	Tipo de investigación	51
4.2.	Diseño de la investigación	51
4.2.1.	Parámetros básicos de la Investigación	52
4.2.2.	Etapas de la Investigación	52
4.2.3.	Detalles de la Investigación	53
4.3.	Población y muestra	54
4.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
4.5.	Procedimientos de recolección de datos	55
4.6.	Procesamiento estadístico y análisis de datos	56
V.	RESULTADOS	82
5.1	Descripción de resultados:	82
5.2	Análisis estadístico:	82
5.3	Contrastación de Hipótesis:	83
VI.	DISCUSION DE RESULTADOS	83
6.1.	Contrastación de hipótesis con los resultados	83
6.2.	Contrastación de los resultados con otros estudios similares:	84
6.3.	Interpretaciones y aplicaciones prácticas:	85
VII.	CONCLUSIONES	86
VIII.	RECOMENDACIONES	87
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
	Bibliografía:	89
	ANEXOS	91
	<input type="checkbox"/> Matriz de Consistencia	91
	<input type="checkbox"/> Otros Anexos necesarios para el respaldo de la Investigación	92

INDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Compresibilidad del aceite.....	36
Tabla 2. 2. Tipos de Fluidos inflamables clásicos	36
Tabla 2. 3. Propiedades de algunos Lubricantes	36
Tabla 2. 4. Materiales para cilindros.....	38
Tabla 4. 1. Cronograma ejecutado del proyecto	52
Tabla 4. 2. Catálogo de Prensas Extranjeras de mayor volumen	55
Tabla 4. 3 Resultados de ensayo 1	56
Tabla 4. 4 Resultados de ensayo 2	56
Tabla 4. 5 Diagrama de Fuerza – Deformación del ensayo	56
Tabla 4. 6 Análisis de densidades	57
Tabla 4. 7 Cálculos de la fuerza del cilindro hidráulico	60
Tabla 4. 8 Rangos de presiones usados en aplicaciones similares.....	61
Tabla 4. 9 Relación de Costos – Presiones de operación.....	61
Tabla 4. 10 Calculo del diámetro del cilindro hidráulico.....	62
Tabla 4. 11 Curvas Posición – Tiempo del análisis de movimiento	63
Tabla 4. 12 Calculo de la Producción por hora.....	63
Tabla 4. 13 Calculo del caudal en el cilindro hidráulico principal	63
Tabla 4. 14 Calculo de la potencia de accionamiento.....	64
Tabla 4. 15 Curvas de Potencia – Presión de la Bomba seleccionada	64
Tabla 4. 16 Selección de Bomba Hidráulica.....	65
Tabla 4. 17 Curva RPM – Caudal de la bomba hidráulica.....	65

Tabla 4. 18 Curva Presión – Torque de la Bomba Hidráulica	65
Tabla 4. 19 Tuberías de y hacia la Bomba Hidráulica	66
Tabla 4. 20. Tabulación de ecuación para espesor de cilindro.....	66
Tabla 4. 21. Tabulación de ecuación para cálculo de pandeo vástago.....	68
Tabla 4. 22. Tabulación de ecuación para dimensionado de vástago	68
Tabla 4. 23 Metrado de cargas para cinta transportadora	76
Tabla 4. 24 Propiedades del material insertados al sistema	77
Tabla 4. 25 Calculo de pesos para estructura del cilindro hidráulico	79
Tabla 4. 26 Combinaciones usadas para el cálculo.....	79
Tabla 4. 27 Tabla de resumen de materiales	80
Tabla 5. 1. Resultados principales.....	82

INDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Comparativa del empleo entre prensas hidráulicas y mecánicas.....	23
Figura 2. 2. Modelo de Marco Estructural Prensa de Punzonado	31
Figura 2. 3. Modelo de Marco Estructural Prensa de Troquelado	31
Figura 2. 4. Partes generales de un cilindro hidráulico de doble efecto.....	34
Figura 2. 5. Diagrama de V-T y F-T para un movimiento determinado	37
Figura 2. 6. Forma de calcular la fuerza de accionamiento en el avance.....	37
Figura 2. 7. Forma de calcular el caudal en función a la velocidad del vástago...	38
Figura 2. 8. Forma de calcular el espesor de la pared del tubo	38
Figura 2. 9. Forma de calcular las tapas y fijaciones	39
Figura 2. 10. Forma de verificar pandeo del vástago.....	39
Figura 2. 11 Forma de calcular el vástago	39
Figura 2. 12 Forma de calcular la potencia de accionamiento	40
Figura 2. 13 Mallado en dos dimensiones de pieza pivotante.....	41
Figura 2. 14. Forma de funciones con nodos como variables	42
Figura 2. 15. Sistema de ecuaciones formulación variacional	43
Figura 2. 16. Sistema de ecuaciones	43
Figura 2. 17. Forma de calcular la superficie total de utilización	44
Figura 4. 1. Prensa de empresa que maneja bajo flujo de producción	55
Figura 4. 2. Modelado básico para simulación de análisis de movimiento.....	58
Figura 4. 3. Curvas resultado del análisis de movimiento	58
Figura 4. 4 Modelado básico para simulación de análisis de movimiento 2.....	59

Figura 4. 5 Curvas resultado del análisis de movimiento 2	59
Figura 4. 6 Medición de distancias recorridas en modelado 3D	62
Figura 4. 7. Resultados simulación de esfuerzos cilindro	67
Figura 4. 8. Resultados simulación esfuerzos vástago.....	68
Figura 4. 9. Resultados simulación desplazamientos vástago.....	69
Figura 4. 10. Resultado simulación F.S. vástago	69
Figura 4. 11. Resultados simulación esfuerzos bastidor de compresión.....	70
Figura 4. 12. Resultados simulación desplazamientos bastidor de compresión ...	70
Figura 4. 13. Resultados simulación def. unit. Bastidor de compresión	71
Figura 4. 14. Resultados simulación F.S. bastidor de compresión	71
Figura 4. 15. Resultados simulación esfuerzos cámara de compresión	72
Figura 4. 16. Resultados simulación desplazamientos cámara de compresión.....	72
Figura 4. 17. Resultados simulación def. unit. cámara de compresión	73
Figura 4. 18. Resultados simulación F.S. cámara de compresión.....	73
Figura 4. 19 Resultados simulación esfuerzos plataforma soporte de cilindro	74
Figura 4. 20 Resultados simulación desplazamientos plataforma soporte de cilindro	74
Figura 4. 21 Resultados simulación def. unit. Plataforma soporte de cilindro	75
Figura 4. 22 Resultados simulación F.S. cámara de compresión.....	75
Figura 4. 23 Isométrico de la Prensa Hidráulica vertical diseñada	76
Figura 4. 24 Isométrico de modelo computacional cinta transportadora	77
Figura 4. 25 Asignación de cargas en modelo computacional.....	78
Figura 4. 26 Asignación de cargas en Cinta trasportadora.....	78

Figura 4. 27 Asignación de cargas para estructura de soporte cilindro	79
Figura 4. 28 Ratios resultantes de análisis estructural	80
Figura A 1 Instituciones conocidas en Oleo Hidráulica.....	92
Figura B. 1 Normas conocidas en Oleo Hidráulica.....	94
Figura C. 1 Especificaciones Técnicas Bomba Hidráulica	97
Figura D. 1 Despiece motor eléctrico	100
Figura D. 2 Catalogo Motor Weg IE2.....	100
Figura E. 1 Especificaciones de Tuberías, Racores y Válvulas	101
Figura F. 1 Extracto de Normas Aplicables a estructuras.....	102
Figura G. 1 Extracto de la Norma AISC 360	103
Figura H. 1 Plano general de la Prensa Hidráulica.	104

RESUMEN

En la actualidad en el mercado del reciclaje de papel, cartón y plástico en el Perú y el mundo, el cual consiste en recolectar materiales usados, compactarlos para facilitar su transporte y movilizarlos hacia la Compañía Recicladora.

El objetivo de la presente investigación es diseñar una prensa hidráulica vertical para el empaqueo de 15 Ton/Hora de Cartón y Plástico, que logre mayor eficiencia en el uso de recursos y menor área de superficie de terreno necesaria que influirán en los precios de los productos finales.

En esta investigación es del tipo tecnológica aplicada, el diseño de la investigación es no experimental, que cuenta con técnica documental y empírica de recolección de datos, los cuales se procesaron partiendo de ensayos en prestigiosos laboratorios cuyos resultados servirán para realizar un análisis de densidades de compactación finales, análisis de movimientos mediante estudios cinemáticos, dinámicos, y finalmente realizando el diseño, cálculo y selección de los elementos de máquinas. La contrastación de la hipótesis se realizó mediante simulación cinemática usando software específico de fenómenos físicos, así como método de elementos finitos para el cálculo diseño y selección de componentes de máquina. Logrando tener una descripción técnica, planos a nivel de ingeniería básica, y un presupuesto aproximado de una prensa hidráulica vertical para el empaqueo de 15 Ton/Hora de Cartón y Plástico que es económica y versátil en la parte constructiva con opciones de modificar el sistema de cilindros y las medidas de la cámara utilizando la metodología descrita en la presente investigación.

Palabras clave: Diseño, Prensa Hidráulica, empaqueo de cartón y plástico.

ABSTRACT

Currently in the paper, cardboard and plastic recycling market in Peru and the world, which consists of collecting used materials, compacting them to facilitate their transport and moving them to the Recycling Company.

The objective of this research is to design a vertical hydraulic press for the packaging of 15 Ton / Hour of Cardboard and Plastic, which achieves greater efficiency in the use of resources and less necessary land surface area that will influence the prices of the products. end.

This research is of the applied technological type, the design of the research is non-experimental, which has a documentary and empirical data collection technique, which were processed starting from tests in prestigious laboratories whose results will be used to perform an analysis of densities of final compaction, analysis of movements through kinematic and dynamic studies, and finally carrying out the design, calculation and selection of the machine elements.

The testing of the hypothesis was carried out through kinematic simulation using specific software for physical phenomena, as well as the finite element method for the calculation, design and selection of machine components. Achieving a technical description, basic engineering level drawings, and an approximate budget of a vertical hydraulic press for packing 15 Ton / Hour of Cardboard and Plastic that is economical and versatile in the construction part with options to modify the system of cylinders and chamber measurements using the methodology described in the present investigation.

Keywords: Design, Hydraulic Press, cardboard and plastic packaging.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1. Identificación del problema

En el Perú y en el mundo, existen empresas que se dedican a la producción de papel y cartón, a las que se denominan papeleras y/o cartoneras, también existen empresas que se dedican al reciclado de plástico, a las que se denominan recicladoras; debido a la gran demanda de papel y plástico que por cada cartonera o recicladora supera ampliamente las 15 ton/hora, se han generado procesos de mejoramiento de producción de materiales para reciclar de manera cada vez más rápida y optimizando los costos de producción y el uso el área disponible.

El abastecimiento de papel, cartón y plástico es por parte de otras empresas a las que se denominan compactadoras; las cuales se encargan de acopiar los materiales que se van a reciclar, para luego transportarlas hacia la tolva de recepción de la respectiva empresa papeleras o recicladora.

El transporte desde la ubicación de las empresas abastecedoras hasta las empresas papeleras o recicladoras es más eficiente mientras el material sea más compacto, por el hecho de que ocupa menor espacio en los camiones, y llevaran mayor carga por cada viaje.

Existen dos tipos de empresas compactadoras para cartón y plástico, las que manejan un flujo de 3-6 ton/hora, y las que manejan un flujo de 15-20 ton/hora, notándose que el proceso de compactación en estos dos tipos de empresas es muy distinto; se describe a continuación:

- En las que manejan un flujo bajo de compactación, el proceso es mediante una prensa vertical la cual solo cuenta con una bomba hidráulica y la estructura de soporte, las cuales son alimentadas y controladas de manera totalmente manual.
- En las que manejan un flujo alto de compactación, el proceso es mediante una prensa horizontal que requiere de una gran área de terreno para ser implementada, una gran inversión económica y en el Perú no existen fabricantes confiables de la misma, la cual cuenta con distintos mecanismos de automatización que le otorga un gran flujo másico de prensado.

Por lo que se evidenció la necesidad de plantear un sistema de trabajo que genere mayor competitividad de las empresas que manejan un flujo bajo, para que así desarrollen mejor el servicio en términos de calidad y tiempos de entrega.

Por la coyuntura nacional, la mejora en la productividad que se planteó a este tipo de empresa, se ve limitada por el monto de inversión con la que se cuenta, la capacidad de acopio actual y el área en terreno disponible.

Por lo tanto, se estimó que el desarrollo de una prensa capaz de trabajar 15 ton/hora, requiera menor inversión, menor uso de área de terreno y versatilidad.

Para lo que se tuvo que recurrir a los conocimientos de ingeniería, resistencia de materiales, oleo hidráulica, y sistemas electromecánicos, para poder diseñar una prensa hidráulica vertical para la necesidad mencionada, así como también la aplicación de los métodos de selección de los equipos necesarios para el accionamiento.

En consecuencia, mediante el presente trabajo hemos diseñado una prensa vertical de 15 Ton/Hora para el empaclado de Cartón y Plástico.

Las investigaciones realizadas sobre el tema anteriormente, se indicó:

“Conclusión: Realizando los cálculos y la selección de los diferentes materiales, y de los posibles instrumentos que pueden llegar a utilizar este tipo de maquinaria, nos dimos cuenta que existen diferentes problemas que se pueden presentar en este proceso, sin embargo, pudimos realizar los ajustes necesarios para la elaboración y la selección de estos”.

(Barba Muñoz, 2011)

“Conclusión: El análisis efectuado al mecanismo para la compactadora de chatarra de aluminio permitió conocer que las dimensiones y materiales designados cumplen con las condiciones necesarias para su funcionamiento, dentro de los parámetros de diseño de este tipo de equipos”.

(Cobos, 2013)

“Conclusión: En conclusión, visualizamos que los sistemas hidráulicos de potencia son de vital importancia en la actualidad, ya que se postulan como una de las mas viables soluciones ante problemáticas industriales.

Específicamente, la realización de este trabajo es una manera de plasmar, concretizar y aplicar una gran diversidad de conocimientos obtenidos durante el transcurso del estudio de la Ingeniería Mecánica”.

(Gustavo Adrian, 2010)

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar una Prensa Hidráulica Vertical para el empaçado de 15 Ton/Hora de Cartón y Plástico?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la configuración mecánica para el Proceso de empaçado de 15 Ton/Hora Cartón y Plástico?

¿Cómo calcular las cargas y dimensiones que deben tener los elementos que conforman la Prensa Hidráulica?

¿Cómo seleccionar de la Bomba Oleo hidráulica y sus accesorios mecánicos?

¿Cuál es la factibilidad técnico-económica del diseño?

¿Qué proceso de Validación se empleará para el diseño?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Diseñar una Prensa Hidráulica Vertical para el empaçado de 15 Ton/Hora de Cartón y Plástico.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elegir la configuración mecánica de la Prensa Hidráulica vertical para el empaçado de 15 Ton/Hora Cartón y Plástico.

- Calcular las cargas y las dimensiones de los elementos que la conforman.

- Seleccionar la Bomba Hidráulica y sus accesorios.

- Establecer la factibilidad técnico – económica del diseño.

- Detallar el proceso de validación que se empleara para el diseño.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Tecnológica:

Toda creación de una máquina que cumpla una función industrial, significa un avance en la aplicación de la ciencia en la tecnología, en este caso se requirió una tecnología de prensas que se adecue al tipo de empresas que invierten en este rubro, ya que no cuentan con un enorme capital para importar las Prensas de mayor capacidad.

Esta investigación ofreció una solución a nivel de diseño, de poder aumentar su productividad y competitividad en el proceso de empacado de papel, cartón y plástico para reciclar.

1.4.2. Justificación Económica:

En el mercado de prensas Industriales de la capacidad de 15 ton/hora a más, se encontraron prensas fabricadas en Europa y Asia, las cuales cuentan con un precio elevado, por lo tanto, se elaboró un diseño de una prensa que otorga una capacidad de producción similar y con un costo mucho menor, favoreció a las empresas dedicadas a este rubro.

1.5. Importancia

La presente investigación llegó a ser conveniente por diversos factores, En resumen, para el Sector Productivo aportó grandes beneficios, ya que además de ser una aplicación tecnológica a la Industria Recicladora, contribuyó a optimizar gastos en el sentido productivo, de transporte, laboral, mejoramiento de la calidad, además de encontrar un presupuesto preliminar optimizado.

Se estima que esta investigación mejoró la competitividad de las empresas Abastecedoras de Cartón y Plástico.

Así es como, Ján Kubiš, secretario ejecutivo de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE), en el discurso COMPETITIVIDAD, INNOVACIÓN Y EMPRESAS DE ALTO CRECIMIENTO EN ESPAÑA 10 inaugural de la “International Conference on Policies to Address Financing and Entrepreneurial Challenges in High-growth Innovative Firms” afirmó lo siguiente: “Ciencia, tecnología e innovación resultan cada vez más determinantes en el comportamiento económico, en las nuevas oportunidades de empleo y en la competitividad de las industrias y las naciones. La innovación es, de este modo, una importante fuente de ventaja competitiva incluso durante periodos de grandes cambios como sucede en la actual economía global”.

Por lo que las implicancias de la Innovación tecnológica aplicada a la competitividad de las empresas se consideran determinantes para su crecimiento.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio:

2.1.1. Antecedentes Internacionales:

Autores: Barba Muñoz Luis Fernando y Reyes Terán Omar.

Tema: “Calculo y diseño de una Prensa Hidráulica Tipo “C” con Capacidad de 20 Toneladas”.

Lugar y Año: México, Distrito Federal (2011).

Resultados destacados de esta investigación: La máquina calculada puede ser operada fácilmente, ya que tiene un sistema de activación muy sencillo, además que se consiguió los materiales más económicos, y de mayor resistencia.

Este trabajo de investigación ayuda a la presente Tesis porque nos muestra un procedimiento eficaz de selección de materiales y equipos para facilitar su operación y hacer la inversión más rentable económicamente.

Autores: Fausto Wilfrido Coque Acosta y Klennir Bartolo Pérez Cobos.

Tema: “Diseño y Análisis Estructural por el método de los Elementos Finitos de un Mecanismo de Palancas para una compactadora de Aluminio”.

Lugar y Año: Latacunga – Ecuador (2013).

Resultados destacados de esta investigación: Se determinó la velocidad y aceleración de cada uno de los elementos del mecanismo para el accionamiento de

la compactadora, y el análisis efectuado al mecanismo para la compactadora permitió dimensionar los materiales de cada uno de los elementos principales del mecanismo para cumplir con las condiciones necesarias para su funcionamiento.

Este trabajo de investigación ayuda a la presente Tesis porque podemos usar una metodología similar para poder calcular el análisis cinemático de los mecanismos que se toma en cuenta en la presente tesis, ya que es necesario para poder estimar las cargas actuantes en cada uno de los elementos.

Autor: Gustavo Adrián Reyes Jiménez.

Tema: “Calculo y Selección del Equipo Hidráulico para Maquina de Compactación de material reciclable como Papel, Cartón, Plástico y Aluminio”.

Lugar y Año: México, D.F. (2010).

Resultados destacados de esta investigación: Se observa que el empleo del sistema hidráulico de potencia es utilizado en una cantidad muy baja todavía, teniendo en cuenta todos los beneficios que conlleva una inversión en este tipo de sistemas, se observan la gran versatilidad de este tipo de sistemas y cuenta con gran flexibilidad en la selección de sus componentes.

Este trabajo de investigación ayuda a la presente Tesis porque nos ofrece una gran cantidad de datos de investigación que es útil para el marco teórico, además de los cálculos convencionales para dimensionar las piezas de la maquinas, que serán utilizados de manera comparativa y tomados como un factor más de validación según sea el caso.

2.1.2. Antecedentes Nacionales:

Autor: Samuel Medina Barrenechea.

Tema: “Diseño de una Maquina Compactadora de Botellas de Plástico”.

Lugar y Año: Lima, Perú (2012).

Resultados destacados para esta investigación: Se garantiza el ingreso de las botellas de Plástico hacia la abertura de compactado distribuyendo en la superficie de los rodillos unas púas antideslizantes, y se propone un sistema de accionamiento manual práctico y sencillo de utilizar por personas no calificadas.

Este trabajo de investigación ayuda a la presente Tesis porque nos dota de un mecanismo accesorio que podría tomarse en cuenta para el uso del presente diseño con Botellas de Plástico.

2.2. Bases teóricas y científicas

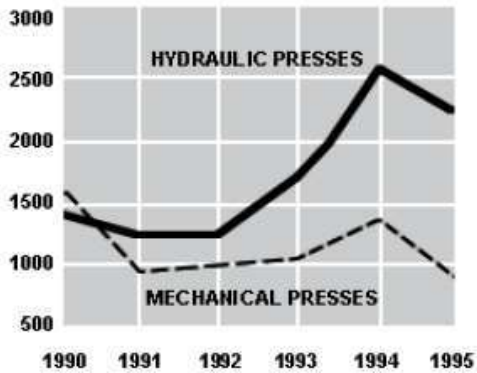
2.2.1. Prensas hidráulicas

Durante los últimos 40 años, ha habido un crecimiento en el uso de prensas hidráulicas. Por muchos años se favorecía el uso de prensas mecánicas; la cual usa el sistema de un cigüeñal que rota.

Desde el año 1991 los envíos de las prensas hidráulicas han superado a las prensas mecánicas que hoy en día son las preferidas en la manufactura mundial.

Hoy se ven aún más rápidas y más confiables que nunca debido al mejoramiento de la tecnología, inclusive: los nuevos sellos, mejores bombas, las mangueras reforzadas y los acoplamientos mejorados.

Figura 2. 1. Comparativa del empleo entre prensas hidráulicas y mecánicas



Fuente: (Gustavo Adrian, 2010). Pág. 15.

También el uso de controles PLC (Control Lógico Programable) y otros controles electrónicos ha mejorado la velocidad y la flexibilidad de estas prensas en el proceso de manufactura, con la integración de las prensas con Interfaces con la computación y monitoreo. Las prensas mecánicas son a menudo rápidas en alimentaciones automáticas, carreras cortas, y alimentaciones cortas para operaciones de troquelado.

Entonces, la alimentación manual, y las prensas hidráulicas ofrecen obvias ventajas competitivas en alimentaciones manuales.

2.2.1.1. Ventajas de la prensa hidráulica.

- Fuerza total en 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 es que no se requiere la compra de una prensa de 200 toneladas para alcanzar a la presión de solamente 100 toneladas.
- Mayor capacidad a menor 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.
- Menor costo de adquisición. Por su potencia de fuerza no hay ninguna máquina que de la misma fuerza por el mismo precio.
- Mantenimiento a menor costo. 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 estas partes, sino también 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. 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.

- Flexibilidad en control. Como siempre se puede mantener un control en una prensa hidráulica, como lo es fuerza, carrera, tiempo de trabajo, movimientos con secuencia, etc. 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, etc.

- Dimensiones menores. Aunque una prensa muy común de 20 toneladas mide 1.7 mts por 0.7 mts por 1.5 mts, una prensa de 200 toneladas solo mide 2.1 mts por 1.2 mts por 2 mts, efectivamente con 10 veces la capacidad, pero solo 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.

2.2.1.2. Limitaciones de la prensa hidráulica.

- Velocidad. No existe ninguna prensa hidráulica que sea tan rápida como una mecánica. Si es que solo importa que la prensa sea rápida y la alimentación sea corta, es mejor una prensa mecánica.

- Longitud de carrera. Con el uso de un control de límite de carrera con límites electromecánicos, solo se espera una tolerancia de .020", con el control electrónico de carrera (escala lineal) se podrá esperar una tolerancia de 0.010". Muchas prensas pueden ser ajustadas para retroceder en cuanto se alcance un tonelaje preseleccionado, así resultan las piezas bastante parejas. Si se requiere aún más precisión se puede emplear los topes mecánicos en el herramental hoy en día el sistema "Servo" -hidráulico es un sistema muy preciso y así se minimiza el control sobre la tolerancia, con la garantía de resultados más constantes e iguales. Por lo común esto elimina la necesidad de los topes mecánicos.
- Alimentación. Las prensas hidráulicas requieren otra fuerza externa para alimentar la materia prima. El alimentador requiere su propia fuerza, luego tiene que estar integrado con el sistema de control de la prensa. Sin embargo, hoy en día existen nuevos sistemas de alimentación: de rollos, de enganche o de aire.

2.2.1.3. Cálculos generales para una prensa hidráulica.

Carreras por minuto

El número de carrera por minuto por una prensa hidráulica se determina en calcular un tiempo particular en cada fase de la carrera del vástago. Se calcula el tiempo de aproximación rápida, el tiempo de la fuerza, (la carrera de trabajo); luego, si no hay duración de profundidad, el regreso (reverso) rápido.

La fórmula básica para determinar la duración en segundos de cada fase de la carrera es:

$$\frac{D \times 60}{IPM} = T$$

T = Tiempo en segundos

D = Distancia de una distinta fase del vástago en pulgadas

IPM = la velocidad del vástago de una prensa con definición en pulgadas por minuto

La actuación eléctrica y el tiempo de cambio de la válvula varían con el tipo del circuito hidráulico. Se calcula normal medio segundo.

2.2.1.4. Parámetros de selección para una prensa hidráulica.

- Tonelaje. Se requiere la misma fuerza de una prensa hidráulica o de una prensa mecánica para hacer un trabajo. Se dice que sí. Sin embargo, con la prensa hidráulica es fácil ajustar la fuerza adecuada y precisa para cada trabajo en particular.
- Acción. Las prensas de Martillo y algunas prensas mecánicas son mejores para la producción de joyas y trabajos de impacto. Al contrario, en los trabajos de embutido profundo, los hace mejor una prensa hidráulica.
- Accesorios. Hoy en día la mayoría de los fabricantes ofrecen un rango amplio de accesorios que incluyen los siguientes:
 - Control de movimientos por medio de límites electromecánicos.
 - Retorno por tonelaje (presión). Control de ciclo continuo automático.
 - Temporizador ajustable en carrera
 - Platinas movibles y con el cabezal rotatorio.
 - Cojín hidráulico o neumático.
 - Cilindros expulsores.
 - Cortinas electrónicas de luz u otros aparatos
 - Control con pantalla táctil.

Sistemas hidráulicos proporcionales, para el control preciso, constante, y con repetición.

Fuente: (Gustavo Adrian, 2010). Pág. 15-18.

2.2.2. Tipos de Prensas Hidráulicas

Las prensas hidráulicas se utilizan para muchas aplicaciones, como asignación de fechas, presión, amarre, troquelado, estampado, corte y apilado. Hay muy pocos tipos de prensas hidráulicas en el mercado. Cada una de ellas ofrece distintas características que las hacen ideales para una serie de aplicaciones. Las prensas hidráulicas operan bajo líquidos presurizados e incompresibles y son capaces de producir miles de libras de fuerza. El funcionamiento de una prensa hidráulica puede ser extremadamente peligroso y sin técnica, los trabajadores no capacitados no deben intentar operar prensas hidráulicas.

- Prensas de taller:

Las prensas de taller son mayormente empleadas en grandes instalaciones industriales donde se utiliza maquinaria y equipo pesado. Actualmente hay dos tipos diferentes de prensas de taller, incluyendo las prensas con embragues de revolución completa y las prensas con embragues de revolución parcial. En una prensa con embragues de revolución completa, el embrague no puede ser interrumpido hasta que el cigüeñal ha hecho una revolución completa. En una prensa con embragues de revolución parcial, el embrague se puede interrumpir en cualquier momento durante una revolución.

- Prensas de tipo pilar:

El tipo de prensa hidráulica pilar da el acceso para que el operador pueda trabajar en tres lados diferentes de la prensa. Este tipo de prensas son ideales para aplicaciones como embutición profunda, moldeo por inyección vertical, transmoldeo y moldeo de caucho. Este tipo de prensa hidráulica se fabrica por lo general para ejercer hasta 1000 toneladas de presión. Pueden ser construidas para permitir tanto operaciones eléctricas como manuales.

- Prensas de marco C:

Las prensas hidráulicas de marco C están construidas en forma de "C". Este diseño permite la maximización del espacio. Estas prensas están diseñadas sólo para aplicaciones de prensa individuales como enderezar y dibujar. La mayoría de las prensas de marco C se diseñan para generar alrededor de 300 toneladas de presión.

- Prensas de marco H:

Las prensas hidráulicas de marco H se pueden emplear para una serie de aplicaciones tales como doblado, perforación, dibujo, acuñamiento, prensado y trimado, para nombrar algunas. Muchas prensas de marco H están diseñadas para producir una presión que puede llegar a las 1.500 toneladas.

- Prensas laminado:

Las prensas hidráulicas de laminación están diseñadas para operaciones manuales. Cuentan con dos aberturas (placas). Una de ellas se emplea para calentar y la otra para refrigerar. Ya sea la electricidad o el aceite se utilizan para calentar la placa de calentamiento. Tener una placa de calentamiento y una placa de refrigeración hace el laminado de los materiales más rápidamente. Los polímeros son laminados sobre

el metal y el papel sobre prensas hidráulicas para laminado. Las prensas de laminación también se utilizan para laminar tapas de libros y tarjetas de identidad.

Fuente: (Ehow en español, s.f.)

2.2.3. Principales factores en el uso de una Prensa

Para seleccionar o diseñar una prensa en especial se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- El tipo de operación a desarrollar.
- Tamaño de las piezas.
- Potencia requerida.
- Velocidad de Operación.

Fuente: (Bavaresco)

2.2.4. Principales componentes de una Prensa Hidráulica

2.2.4.1. Marco Estructural:

El marco estructural de la Prensa hidráulica depende de las dimensiones indicadas por el material la cantidad y la velocidad de entrega que se requiere, en zonas donde el marco estará en contacto con el material se considera prever materiales recomendables como el ST- 52 a diferencia del acero estructural comercial o A36, ya que el desgaste por fricción en algunos puntos del marco es crítico.

Para tal fin se tienen diversos tipos de marcos, tipo H, tipo C, horizontales y según diseño especial pueden variar en forma y medidas.

Teniendo en cuenta las presiones a las que está sometido estos marcos se considera que la mayoría de elementos que lo componen son enteramente soldados para rigidizar uniones y aumentar su resistencia a presiones.

Figura 2. 2. Modelo de Marco Estructural Prensa de Punzonado



Fuente: (American Machine Tools Co., s.f.)

Figura 2. 3. Modelo de Marco Estructural Prensa de Troquelado



Fuente: (American Machine Tools Co., s.f.)

2.2.4.2. Bomba hidráulica:

En todo sistema hidráulico es preciso que exista un grupo de presión que genere la energía necesaria para mover los vástagos de los cilindros, el elemento fundamental de los grupos es la bomba,

Los principales factores que caracterizan a las bombas y los que se tienen en cuenta para su selección, son la presión que soportan, el caudal que impulsan por las tuberías, el ruido, el rendimiento tanto mecánico como volumétrico y el costo.

Los tipos de Bombas se caracterizan en:

- Bombas manuales: Son el tipo más simple de bombas y por lo tanto el más económico, para hacerlas funcionar solo es necesario el esfuerzo muscular sobre una palanca para bombear el fluido.
- Bombas de engranajes: Es uno de los tipos más utilizados, debido a su reducido costo y a la variedad de presiones y caudales que generan.

Presentan algunas desventajas como poseer un menor rendimiento entre 0.85 a 0.9 y que son bastante ruidosas.

- Bombas de paletas: Constan esencialmente de un rotor excéntrico provisto de ranuras sobre las cuales se deslizan radialmente las paletas que giran en el interior de una carcasa que posee un alojamiento circular lo que produce un sentido de aspiración y otro de salida.
- Bombas de tornillo: Son las menos empleadas por la dificultad de su construcción y costo, aunque tienen variedad de caudales por generar, son silenciosas, todavía no pueden generar grandes presiones.

- Bombas de pistones radiales: Debido al principio de funcionamiento presentan un caudal irregular, pero se obtienen presiones muy elevadas y con una gran variedad de caudales, además que son de muy alto rendimiento.
- Bombas de Pistones axiales: Estas bombas tienen un funcionamiento similar a las anteriores, pero debido a la posición de sus pistones son muy sensibles a la contaminación, elevando los costos de filtraje y mantenimiento además de también ser susceptibles a los cambios de temperaturas críticas.

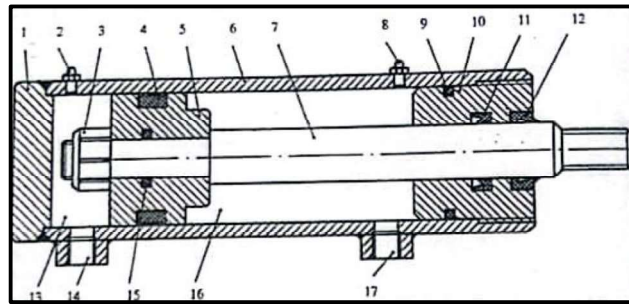
2.2.4.3. Centrales o Unidades oleo hidráulicas:

Si hay grupos de equipos que se pueden separar y analizar aparte son los conformados por Motor de accionamiento, Bomba hidráulica y Deposito de fluido. Estos grupos de presión denominados también centralitas oleo hidráulicas constan en su forma más básica de un motor, una bomba, un depósito, una válvula limitadora de presión, filtros, un manómetro, y un nivel de aceite.

2.2.4.4. Cilindros:

Son los componentes más utilizados en las maquinas o mecanismos, mediante el cual transforman el trabajo de presión a su movimiento rectilíneo de avance y retroceso que tiene lugar en forma repetitiva en las diferentes fases de un ciclo de trabajo.

Figura 2. 4. Partes generales de un cilindro hidráulico de doble efecto



Fuente: (Nicolas, 2002)

1. Tapa posterior.
2. Purgador trasero.
3. Tuerca de fijación.
4. Junta dinámica.
5. Pistón o embolo.
6. Camisa o Tubo.
7. Vástago.
8. Purgador delantero.
9. Junta estática de hermeticidad.
10. Tapa delantera.
11. Junta dinámica de cierre.
12. Anillo rascador.
13. Cámara de alimentación.
14. Conducto.
15. Mini cámara interna
16. Cámara de retroceso.
17. Conducto.

2.2.4.5. Motores de accionamiento:

Los motores más usados para prensas hidráulicas son los eléctricos, en general triásicos en altas revoluciones acoplados directamente a las bombas de generación de presión y caudal hidráulico.

2.2.4.6. Válvulas:

Los tipos de Válvulas que se usan principalmente en todos los sistemas hidráulicos son:

- Válvulas direccionales.
- Válvulas anti retorno.
- Válvulas reguladoras de presión.
- Válvulas reguladoras de caudal.
- Válvulas proporcionales y servo válvulas.
- Válvulas insertables o válvulas lógicas.

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.4.7. Fluido Hidráulico:

Los aceites oleo hidráulicos deben ser capaces de transmitir potencia para lo cual deben poseer la facultad de soportar elevadas presiones de funcionamiento. La viscosidad deberá tener unos valores que impida que las partículas del fluido escapen por las uniones formadas por las tuberías, racores y el resto de componentes del circuito.

Además, deben de ser capaces de lubricar los diversos elementos móviles que integran los dispositivos del circuito, suavizando el movimiento y retrasando en lo

posible el desgaste mecánico y una alta temperatura de ebullición que impida la evaporación cuando en el circuito se alcancen altas temperaturas de trabajo.

Tabla 2. 1. Compresibilidad del aceite

COMPRESIBILIDAD DEL ACEITE	
Presion en Bar	Reduccion de volumen en %
de 70 a 350	0.5
500	1.7
600	2.4
700	3.1
800	3.8
900	4.5
1000	5.2

Fuente: (Nicolas, 2002)

Tabla 2. 2. Tipos de Fluidos ininflamables clásicos

FLUIDOS ININFLAMABLES CLASICOS	
De base acuosa	Sintéticos
Soluciones agua-glicol	Estereofosfatos
Emulsiones agua-aceite	Hidrocarburos aromaticos clorados
Emulsiones aceite-agua	Siliconas

Fuente: (Nicolas, 2002)

Tabla 2. 3. Propiedades de algunos Lubricantes

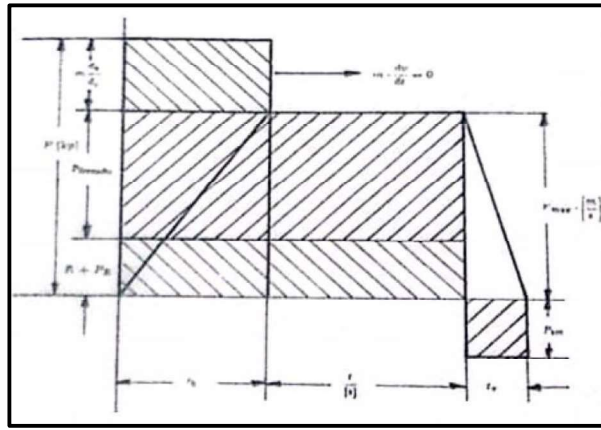
PROPIEDADES DE ALGUNOS LUBRICANTES						
Propiedades	Aceite mineral	Soluciones agua-glicol	Emulsiones agua-aceite	Estereofosfatos	Hidrocarburos aromaticos clorados	Siliconas
Peso Especifico kg/dm ³	0.864	1.06	0.916-0.94	1.275	1.43	0.93-1.03
Inflamabilidad	Alta	Ininflamable	Baja	Baja	Baja	Ininflamable
Temperatura Inflamabilidad en °C	220	Ninguna	Ninguna	260	215	100-150
Temperatura máxima de servicio en °C	105	65	65	150	150	315-370
Poder Lubricante	Muy bueno	Regular	Regular	Muy bueno	Bueno	De regular a bueno
Poder Antioxidante	Muy bueno	Regular	De regular a bueno	De regular a bueno	De regular a bueno	Regular
Contenido de agua en %	0.02	30-40	Min. 10	0.03	0.02	-
Viscosidad general	De baja a muy baja	De baja a media	Baja	De baja a alta	De baja a alta	De baja a alta
Material de juntas	Goma sintética	Goma sintética	Goma sintética	Butilo o silicona	Butilo o silicona	Viton hasta 230 °C.

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.5. Cálculos primarios utilizados para los componentes de la prensa

2.2.5.1. Tomando como referencia algunas tabulaciones de sistemas hidráulicos ya conocidos se puede estimar que el primer cálculo sería la estimación de velocidades y tiempo del ciclo.

Figura 2. 5. Diagrama de V-T y F-T para un movimiento determinado



Fuente: (Beitler, 1968)

2.2.5.2. Cálculo de fuerza de accionamiento:

Figura 2. 6. Forma de calcular la fuerza de accionamiento en el avance

$$Fa = \frac{\pi}{4} D^2 \times P \times n$$

Donde:

Fa = Fuerza de avance en daN (o en kp).

D = Diámetro interior del cilindro en cm.

P = Presión del fluido en bar (o en kp/cm²)

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.5.3. Cálculo del caudal en función a la velocidad del vástago:

Figura 2. 7. Forma de calcular el caudal en función a la velocidad del vástago

$$Q = S \times V$$

Donde:

Q = Caudal en l/min.

S = Sección de la cámara de avance o retroceso en dm².

V = Velocidad de traslación del vástago en dm/min.

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.5.4. Cálculo del espesor de la pared del tubo:

Figura 2. 8. Forma de calcular el espesor de la pared del tubo

$$\sigma_t = \frac{P \times d}{2 \times e} \leq \sigma_{adm}$$

Donde:

Q = Presión interior del cilindro en bar (o kp/cm²).

d = Diámetro interior del cilindro en cm.

e = Espesor de la pared del cilindro en cm.

σ_{adm} = Tensión admisible en el material en daN/cm² (o kp/cm²).

Fuente: (Nicolas, 2002)

Tabla 2. 4. Materiales para cilindros

MATERIAL DE TUBOS PARA CILINDROS				
Material	Tensión de tracción en daN/mm ²	Tensión de fluencia en daN/mm ²	Alargamiento en %	Característica esencial
St-35	De 35 a 45	22	25	Muy buena soldabilidad
St-52	De 52 a 62	34	22	Buena soldabilidad
F-1130	De 55 a 65	28	17	Soldable con dificultad

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.5.5. Cálculo de tapas y fijaciones:

Figura 2. 9. Forma de calcular las tapas y fijaciones

$$a = \frac{D - d}{2} x \sqrt{\frac{P}{\sigma_{adm}}}$$

Donde:

a = Espesor mínimo de la tapa en cm.

S = Diámetro exterior del tubo en cm.

d = Diámetro interior del tubo en cm.

P = Presión del fluido en bar (o kp/cm²).

σ_{adm} = Tensión admisible en el material de la tapa en daN/cm².

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.5.6. Cálculo del vástago:

Figura 2. 10. Forma de verificar pandeo del vástago

$$\frac{L}{i} \geq 40$$

Donde:

L = Longitud del vástago en cm.

i = Radio de giro de la sección en cm.

Fuente: (Nicolas, 2002)

Figura 2. 11 Forma de calcular el vástago

$$\sigma = \frac{4 x F}{\pi x d^2} \leq \sigma_{adm}$$

Donde:

σ = Tensión de trabajo a compresión o tracción simple en daN/cm².

σ_{adm} = Tensión admisible a tracción en el material del vástago en daN/cm².

F = Fuerza axial sobre el vástago en daN (o en kp).

d = Diámetro del vástago en cm.

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.5.7. Cálculo de la potencia del motor de accionamiento:

Figura 2. 12 Forma de calcular la potencia de accionamiento

$$N_{kw} = \frac{P \times Q}{612}$$

Donde:

N_{kw} = Potencia necesaria en kW.

P = Presión de la bomba en bar (o kp/cm²).

Q = Caudal de la bomba en l/min.

Fuente: (Nicolas, 2002)

2.2.6. Método de elementos finitos

El método de elementos finitos (MEF) es una técnica de análisis de ingeniería muy poderosa que ha tenido un gran crecimiento en los últimos años, gracias al formidable avance de las computadoras, con capacidades y velocidades cada vez mayores.

Descripción General del MEF:

La solución de problemas continuos por el método del elemento finito sigue un proceso ordenado, las etapas se detallan a continuación:

- Discretización del continuo:

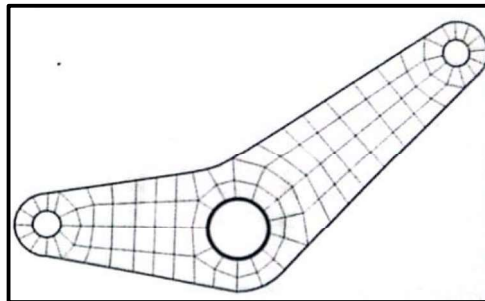
El dominio total del problema es dividido en sub dominios simples llamados “elementos”, en problemas de dos dimensiones el dominio total es dividido en triángulos o paralelogramos de lados rectos, o bien triángulos o cuadriláteros de lados curvos.

Con elementos de lados rectos se puede lograr buena aproximación, del dominio con una Discretización fina, sin embargo, con elementos de lados curvos la aproximación es mejor.

En problemas de 3 dimensiones el dominio es discretizado con elementos en forma de tetraedros, cubos o elementos con superficies curvas, las intersecciones son denominadas nodos.

(Romero, 2012)

Figura 2. 13 Mallado en dos dimensiones de pieza pivotante



Fuente: (Romero, 2012)

- Funciones de forma:

Para cada elemento se selecciona una aproximación de la función buscada. La función buscada puede ser la distribución de la temperatura en problemas de transferencia de calor, o bien el campo de desplazamientos en problemas de elasticidad.

Para problemas unidimensionales las funciones de forma $F(x)$ son polinomios de primero segundo o tercer orden. Para problemas de 2 dimensiones las funciones de forma $F(x, y)$ son polinomios lineales, cuadráticos o de orden mayor.

Las funciones por aproximar pueden expresarse a través de las variables nodales del elemento mediante una combinación lineal de las funciones de forma con las variables nodales como coeficientes.

Si solo los valores de la función en los nodos son tomados como variables, la aproximación para el elemento bidimensional “e” con “n” nodos tiene la forma:

Figura 2. 14. Forma de funciones con nodos como variables

$$u^{(e)}(x, y) = \sum_{i=1}^n u_i^{(e)} x N_i^{(e)}(x, y)$$

Fuente: (Romero, 2012)

- Ensamble y solución:

El MEF trabaja con la formulación variacional del problema, esto es, una expresión matemáticamente equivalente a la ecuación diferencial que gobierna el problema.

Sustituyendo la aproximación anterior en la formulación variacional, obtenemos un sistema de ecuaciones de la forma:

Figura 2. 15. Sistema de ecuaciones formulación variación

$$[K^e] \{u^e\} = \{b^e\}$$

Fuente: (Romero, 2012)

Para el elemento “e”.

Considerando la contribución de cada uno de los elementos en que se ha dividido el dominio original, se obtiene el sistema global de ecuaciones:

Figura 2. 16. Sistema de ecuaciones

$$[K] \{u\} = \{b\}$$

Fuente: (Romero, 2012)

Donde $[K]$ es la llamada matriz de rigidez y $\{b\}$ es el vector fuerzas, el vector incógnitas $\{u\}$ son las variables nodales y contienen el valor de la función en los puntos nodales (temperaturas, desplazamientos, etc.).

Una vez aplicadas las condiciones de frontera, podemos resolver la ecuación anterior para obtener nuestra solución aproximada de $u(x, y)$ en los puntos nodales.

Fuente: (Romero, 2012)

2.2.7. Influencia del área de terreno usada en la rentabilidad de las operaciones

Uno de los parámetros más usados para el cálculo de las superficies de distribución de planta son las máquinas de uso, conociendo los requerimientos de personal, se definen las estaciones de trabajo y se determinan las áreas requeridas. Para ello existen diversos métodos de evaluación.

Es esta investigación detallaremos una parte importante de uno de ellos.

Método Guerchet para el cálculo de superficies:

Por este método se calculan los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta. Por lo tanto, se identifica el número total de maquinaria y equipos de acarreo o transporte, llamados “elementos móviles”.

Para cada elemento que se tendrá en cuenta, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales:

Figura 2. 17. Forma de calcular la superficie total de utilización

$$S_T = n \times (S_s + S_g + S_e)$$

Donde:

S_T = superficie total.

S_s = superficie estática.

S_g = superficie de gravitación.

S_e = superficie de evolución.

n = número de elementos móviles o estáticos de un tipo.

Fuente: (Noriega, 2007)

- Superficie estática: Corresponde al área de terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos. Esta área debe ser evaluada en la posición de uso de la maquina o equipo, lo que quiere decir que debe incluir las bandejas de depósito, las palancas, los tableros, los pedales y demás objetos necesarios para su funcionamiento.
- Superficie de gravitación: Es la superficie utilizada por el objeto y por el material acopiado para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo. Esta superficie se obtiene, para cada elemento, multiplicando la superficie estática por el número de lados partir de los cuales el mueble o la maquina deben ser utilizados.
- Superficie de Evolución: Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado. Para su cálculo se utiliza el factor “k” denominado coeficiente de evolución, que presenta una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos.

(Noriega, 2007)

2.3 Definición de Términos Básicos:

- **Bomba:** Equipo que utiliza energía para desplazar Fluidos.

Fuente: (Wikipedia La enciclopedia Libre, s.f.)

- **Barómetro:** Instrumento que sirve para medir la Presión Atmosférica.

Fuente: (Norton, 2011)

- **Control de Programación:** Mecanismo que establece la secuencia de cambio de Presiones, Potencias o Velocidades de una Maquina en funcionamiento.

Fuente: (Norton, 2011)

- **Capacidad de Carga:** Característica de un material para soportar esfuerzos actuantes directa o indirectamente sobre él.

Fuente: (Hibbeler, 2006)

- **Densidad:** La densidad es la masa por Unidad de Volumen.

Fuente: (Norton, 2011)

- **Energía:** Es la capacidad que tienen los materiales para producir cambios, no puede separarse de la materia y está presente en todo fenómeno.

Fuente: (Riley, 1996)

- **Línea de Flujo:** Es la Trayectoria de una partícula dentro del fluido y que se ubica en el perfil a la altura del seno del mismo.

Fuente: (Norton, 2011)

- **Manómetro:** Instrumento que sirve para medir la presión dentro de un equipo o parte de él.

Fuente: (Riley, 1996)

- **Maquina:** Generador de energía mecánica mediante la transformación de la Energía.

Fuente: (Riley, 1996)

- **Presión:** Es la fuerza aplicada a la Unidad de Área.

Fuente: (Hibbeler, 2006)

- **Peso Específico:** Es el peso por unidad de área, en el C.G.S. es en Gr/cm³.

Fuente: (Riley, 1996)

- **Potencia:** Es la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo.

Fuente: (Norton, 2011)

- **Ecuaciones de movimiento:** Son relaciones que describen como varia la velocidad, posición y aceleración de un cuerpo con el tiempo.

Fuente: (Hibbeler, 2006)

- **Análisis de cargas:** Es la solución simultánea de las ecuaciones de fuerzas derivadas del análisis de cuerpo libre.

Fuente: (Hibbeler, 2006)

- **Esfuerzo:** Es la intensidad de una fuerza interna sobre un plano específico que pasa por un punto.

Fuente: (Hibbeler, 2006)

III. VARIABLES E HIPOTESIS

3.1. Variables de la investigación

3.1.1. Variable Independiente:

Prensa Vertical

3.1.2. Variable Dependiente:

Empacado de 15 Tn/Hr, se medirá a través del cálculo cinemático estableciendo la cantidad de producción por unidad de tiempo (Hr).

3.2. Operacionalización de variables:

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICION
Variable Independiente: <ul style="list-style-type: none"> • Prensa Hidráulica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia • Presupuesto 	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia contratada / Potencia Hidráulica. • Costos Operativos y Mantenimiento . 	<ul style="list-style-type: none"> • Calculo y selección de elementos de máquina. • Horas Hombre y Horas Maquina
Variable dependiente: <ul style="list-style-type: none"> • Empacado de 15 Ton/Hora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ton/Hora 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de materia procesada. • Velocidad de procesamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulación por computadora.

3.2.1 Definiciones Conceptuales:

a. Prensa Hidráulica:

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.

Fuente: (Wikipedia La enciclopedia Libre, s.f.)

b. Eficiencia:

Capacidad de realizar o cumplir adecuadamente una función.

Fuente: (Wikipedia La enciclopedia Libre, s.f.)

c. Presupuesto:

Calculo anticipado del costo de una Obra Producto o servicio.

Fuente: (Wikipedia La enciclopedia Libre, s.f.)

d. Empacado:

Acción de empaçar, transformar una materia en bultos a los que se llamara pacas, con la finalidad de guardarlas o transportarlas.

Fuente: (Wikipedia La enciclopedia Libre, s.f.)

e. Toneladas por Hora:

Unidad de flujo másico, que indica cuantas toneladas de material son producidos o transportados en una hora de tiempo.

Fuente: (Wikipedia La enciclopedia Libre, s.f.)

3.3. Hipótesis

3.3.1. Hipótesis General

El diseño de una línea de prensado vertical permitirá realizar el empaçado de 15 Ton/Hr de cartón y plástico.

3.3.2. Hipótesis específicas

- La configuración del sistema mecánico influirá en el diseño de la prensa.
- La metodología para el cálculo de cargas y dimensiones de los componentes estructurales influye en el diseño.
- La selección de la bomba y sus accesorios influye en el diseño.
- La evaluación de la factibilidad técnico – económica del diseño de la prensa hidráulica permitirá la sustentación de la fiabilidad del diseño.
- El proceso de diseño empleado en la prensa hidráulica permitirá su validación.

IV. METODOLOGIA

4.1. Tipo de investigación

Hugo Sánchez Carlessi y Carlos Reyes Meza (2015) menciona que la investigación tecnológica responde a problemas técnicos, está orientada a demostrar la validez de ciertas técnicas bajo las cuales se aplican principios científicos que demuestran su eficacia en la modificación o transformación de un hecho o un fenómeno. Pag-47.

Bajo estas definiciones el proyecto de tesis que se presenta se basa en una investigación tecnológica aplicada, el cual consiste en la investigación, planteamiento y desarrollo de un diseño desarrollando una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales.

Fuente: (Meza, 2015)

4.2. Diseño de la investigación

Sampieri (2003), el diseño no experimental se divide tomando en cuenta el tiempo durante se recolectan los datos, estos son diseño transversal, donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y su incidencia de interrelación en un momento dado, y el diseño longitudinal, donde se recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencia respecto al cambio, sus determinantes y sus consecuencias. Pag-270.

Bajo estos conceptos se recolectará datos técnicos de las prensas hidráulicas tanto en capacidad de producción, geometría y áreas de trabajo. Por otra parte, la selección de los elementos principales que comprende el diseño de la prensa hidráulica será evaluados de forma cualitativa y cuantitativa, ante lo descrito

anteriormente se determina que este proyecto de tesis es de carácter no experimental.

Fuente: (Hernandez Sampieri, 2003)

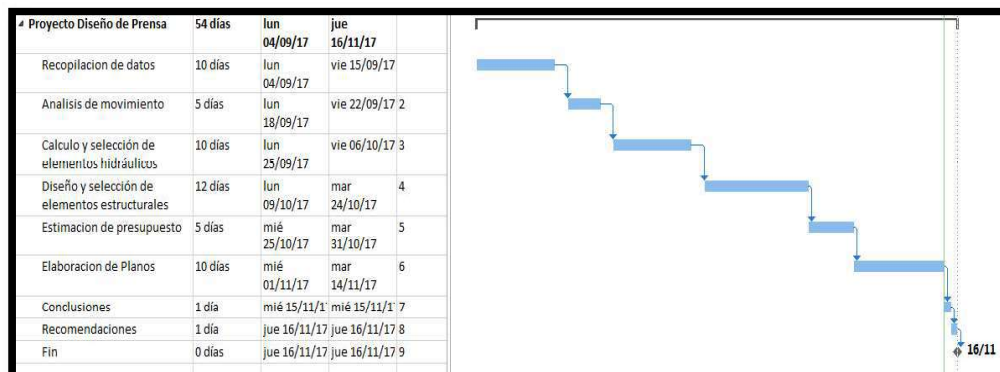
4.2.1. Parámetros básicos de la Investigación

- Recopilación de datos.
- Análisis de movimiento y estudio de tiempos.
- Cálculo y selección de los componentes hidráulicos.
- Diseño y selección de los componentes estructurales.
- Estimación de Presupuesto.
- Elaboración de Planos.
- Conclusiones.
- Recomendaciones.

4.2.2. Etapas de la Investigación

Este proyecto tuvo tiempos definidos para los avances y se detallan a continuación:

Tabla 4. 1. Cronograma ejecutado del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Detalles de la Investigación

- Se realizó visitas a empresas que trabajan con Prensas de bajo flujo de capacidad.
- Se realizaron reuniones con representantes de Empresas extranjeras que venden las prensas de grandes flujos de capacidad.
- Se procedió a modelar dibujos básicos en 3D y animarlos con un análisis de movimiento.
- Se evaluaron los resultados del análisis y se elige la configuración que nos garantiza alcanzar la producción deseada.
- Según realizo ensayos en un prestigioso laboratorio de materiales, se proyectó una fuerza para las probetas de las pacas que fueron proporcionalmente escaladas para obtener las fuerzas de presión.
- Se calculó el caudal necesario y las presiones del sistema hidráulico según las dimensiones del cilindro y propiedades de la bomba hidráulica.
- Se seleccionó la bomba hidráulica para el caudal y la presión establecida.
- Se calculó la potencia del motor necesaria para los cálculos anteriores.
- Se modelo mediante software 3D los componentes estructurales como vástago, bastidor de presión cámara de compresión y estructura de la torre de soporte.
- Se simulo mediante estudios estáticos las resistencias de los materiales según el modelado 3D anterior.
- Se obtuvieron las medidas finales de los elementos estructurales para la elaboración de sus planos respectivos.

- Se estimó un presupuesto final para la construcción e implementación de la Prensa diseñada.
- Se evaluó si es beneficiosa económicamente.
- Se procedió a elaborar los planos básicos, de arquitectura general, para posteriormente pasarlos a la ingeniería de detalle, planos de habilitado, soldadura y acabados superficiales.

4.3. Población y muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003) La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse o delimitarse de antemano con precisión, éste deberá ser representativo de dicha población. Pag-302,304 y 305.

Para fines de la presente investigación, la muestra es igual a la población, ya que se trata de un diseño y esta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio.

Fuente: (Hernandez Sampieri, 2003)

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Ciro Espinoza Montes (2010) menciona sobre las técnicas de recolección de datos

“La técnica documental permite la recopilación de evidencias para demostrar la hipótesis de la investigación. Está formada por documentos de diferente tipo: revistas, memorias, actas, registros, datos e información estadística y cualquier documento de instituciones y empresas que registran datos de su funcionamiento y La técnica empírica permite la observación en

contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la practica en la búsqueda de la verdad”

Bajo estos conceptos las técnicas que usaremos serán la técnica documental y la empírica ya que se adecuan a esta tesis.

Fuente: (Montes, 2010)

4.5. Procedimientos de recolección de datos

Se realizó visitas a las plantas que trabajan con Prensas alimentadas manualmente.

Figura 4. 1. Prensa de empresa que maneja bajo flujo de producción



Fuente: Elaboración propia

Se realizó visitas y reunió catálogos de Prensas de volumen mayor del extranjero.

Tabla 4. 2. Catálogo de Prensas Extranjeras de mayor volumen

MODELO	H-80/70	H-30/1000	H-40/1000	H-50/1000	H-60/1000	H-75/1000
Modelo / Dimensiones / Área de Alimentación (m²)	1400 x 700	1400 x 700	1400 x 800	1500 x 800	1600 x 800	1800 x 800
Motor Power / Potencia (CV)	30 CV	30 CV	40 CV	50 CV	60 CV	75 CV
Pressure / Presión (ton)	60 ton	70 ton	80 ton	80 ton	90 ton	90 ton
Force de Ejercido / Fuerza ejercida (ton)	800 x 700	1000 x 700	1000 x 800	1000 x 800	1000 x 800	1000 x 800
Capacity / Capacidad (ton/hora)	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable	Variable
Production / Producción (ton/hora)	1.3 ton/hora	3.6 ton/hora	4.8 ton/hora	6.15 ton/hora	6.12 ton/hora	10.15 ton/hora

Fuente: Elaboración propia

4.6. Procesamiento estadístico y análisis de datos

Para hallar el material determinante del diseño se realizan comparaciones de densidades finales:

Para esto se utiliza los datos de los resultados del ensayo realizado en la PUCP:

Tabla 4. 3 Resultados de ensayo 1

RESULTADOS:							
Muestra	Área Ensayada (cm ²)	Altura inicial de la muestra - h ₀ (mm)	Carga en el punto de deformación (kN)				Observaciones
			37mm	140mm	155mm	200mm	
Botellas Grandes	818.5	229	0.19	0.81	1.15	27.5	Se ensayaron 04 botellas de 115mm de diámetro aproximado. Botellas en posición horizontal. En este caso se logró aplastar las tapas y picos de las botellas.

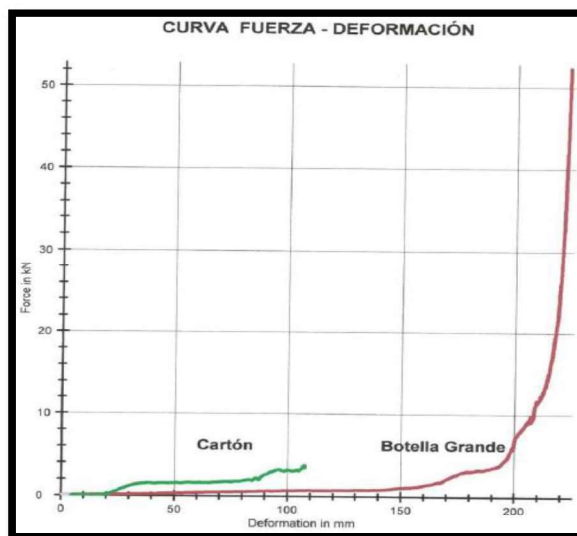
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. 4 Resultados de ensayo 2

RESULTADOS:						
Muestra	Área Ensayada (cm ²)	Altura inicial de la muestra - h ₀ (mm)	Carga en el punto de deformación (kN)			Observaciones
			18.9 mm	65.1 mm	107 mm	
Cartón	375	155	0.091	1.60	3.72	Área utilizada de 250mm x 150mm, cartones apilados de manera uniforme.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. 5 Diagrama de Fuerza – Deformación del ensayo



Fuente: Elaboración propia

Con estos datos realizamos un análisis directo de densidades finales:

Tabla 4. 6 Análisis de densidades

Análisis de densidades					
Probeta de Carton:			Probeta de Botellas de Plastico:		
Propiedad:	Magnitud:	Unidad:	Propiedad:	Magnitud:	Unidad:
Masa Inicial:	0.509	Kg	Masa Inicial:	0.268	Kg
Largo Inicial:	0.250	m	Largo Inicial:	0.286	m
Ancho Inicial:	0.150	m	Ancho Inicial:	0.286	m
Altura Inicial:	0.155	m	Altura Inicial:	0.229	m
Volumen Inicial:	0.006	m ³	Volumen Inicial:	0.019	m ³
Densidad Inicial:	87.570	Kg/m ³	Densidad Inicial:	14.308	Kg/m ³
Propiedad:	Magnitud:	Unidad:	Propiedad:	Magnitud:	Unidad:
Masa Final:	0.509	Kg	Masa Final:	0.268	Kg
Largo Final:	0.255	m	Largo Final:	0.300	m
Ancho Final:	0.155	m	Ancho Final:	0.300	m
Altura Final:	0.048	m	Altura Final:	0.029	m
Volumen Final:	0.002	m ³	Volumen Final:	0.003	m ³
Densidad Final:	268.290	Kg/m ³	Densidad Final:	102.682	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Sabemos que para el cartón:

- Se proyecta dar uso a la prensa en un 90%
- Se evidencia que tiene una densidad final mayor en las probetas ensayadas.
- Se observa en la curva esfuerzo-deformación un aumento relativamente progresivo con lo que se espera no tener muchas diferencias ante otros ensayos del mismo material en otras posiciones.

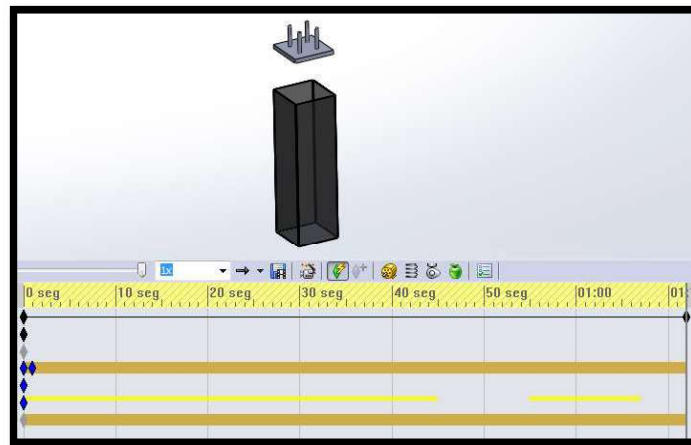
Sabemos que para el plástico.

- Se proyecta dar uso a la prensa en un 10%
- Se evidencia que tiene una densidad final menor en las probetas ensayadas.
- Se observa en la curva esfuerzo-deformación un aumento final abrupto por lo que se puede generar diferencias con otros ensayos del mismo material en otras posiciones.

Realizamos un Análisis de movimiento del cual tenemos los siguientes datos:

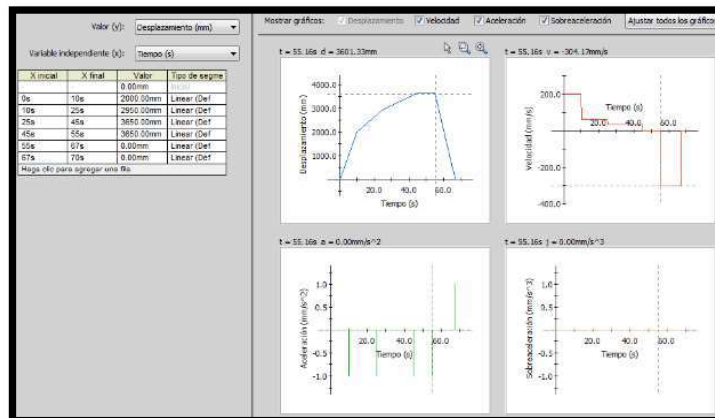
Análisis 1 en Cámara de presión:

Figura 4. 2. Modelado básico para simulación de análisis de movimiento



Fuente: Elaboración propia

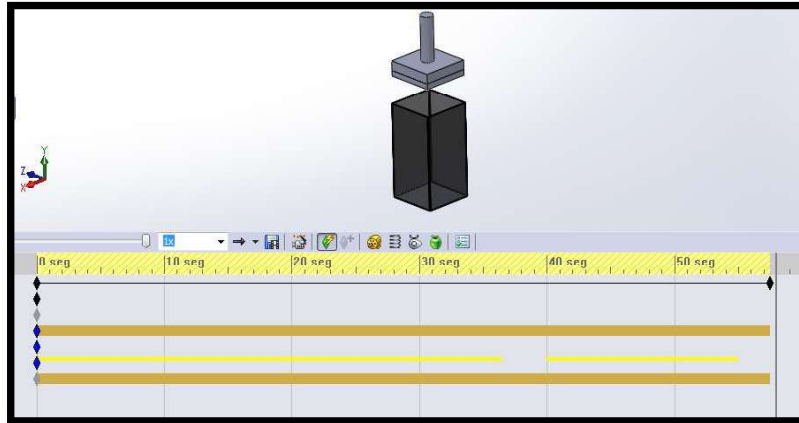
Figura 4. 3. Curvas resultado del análisis de movimiento



Fuente: Elaboración propia

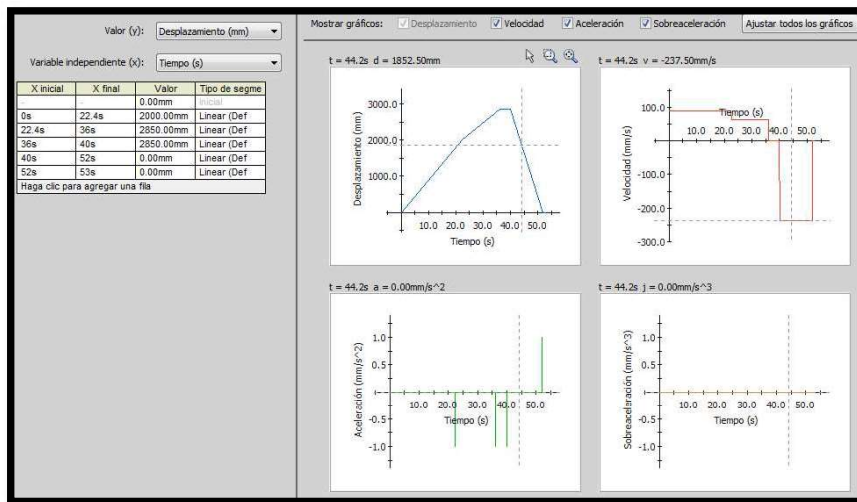
Análisis 2 en Cámara de presión:

Figura 4. 4 Modelado básico para simulación de análisis de movimiento 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 5 Curvas resultado del análisis de movimiento 2



Fuente: Elaboración propia

De los dos análisis hechos notamos que el primero necesita una carrera de vástago mucho mayor, lo cual dificulta la proyección de la construcción además que tiene un tiempo de duración del ciclo mayor en 3 s que el segundo análisis.

Por lo tanto, utilizaremos la segunda configuración de Conjunto Embolo-Cámara.

Teniendo en cuenta la configuración escogida se procede a realizar los cálculos:

Cálculo de la fuerza del cilindro Hidráulico Principal:

Tabla 4. 7 Cálculos de la fuerza del cilindro hidráulico

Calculo de Fuerza en Cilindro Principal																							
Probeta de Carton:			Probeta con las medidas reales requeridas:			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Característica</th> <th>Min</th> <th>Max</th> <th>Prom</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fuerza según ensayo:</td> <td>1.6</td> <td>3.72</td> <td>2.66</td> </tr> </tbody> </table>			Característica	Min	Max	Prom	Fuerza según ensayo:	1.6	3.72	2.66							
Característica	Min	Max	Prom																				
Fuerza según ensayo:	1.6	3.72	2.66																				
Propiedad:	Magnitud:	Unidad:	Propiedad:	Magnitud:	Unidad:	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Fuerza de ensayo:</td> <td>2.660</td> <td>Kn</td> </tr> <tr> <td>Masa de ensayo:</td> <td>0.509</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>Masa de paca requerida:</td> <td>225.000</td> <td>Kg</td> </tr> <tr> <td>Fuerza real Requerida:</td> <td>1175.835</td> <td>Kn</td> </tr> </tbody> </table>			Fuerza de ensayo:	2.660	Kn	Masa de ensayo:	0.509	Kg	Masa de paca requerida:	225.000	Kg	Fuerza real Requerida:	1175.835	Kn			
Fuerza de ensayo:	2.660	Kn																					
Masa de ensayo:	0.509	Kg																					
Masa de paca requerida:	225.000	Kg																					
Fuerza real Requerida:	1175.835	Kn																					
Masa Inicial:	0.509	Kg	Masa Inicial:	225.000	Kg	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Fuerza requerida:</td> <td>1175.835</td> <td>Kn</td> </tr> <tr> <td>Fuerza requerida:</td> <td>1175835</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>Fuerza requerida:</td> <td>119901.798</td> <td>Kgf</td> </tr> <tr> <td>Fuerza requerida:</td> <td>119.901798</td> <td>Tn</td> </tr> <tr> <td>Fuerza requerida:</td> <td>264338.224</td> <td>Lbf</td> </tr> </tbody> </table>			Fuerza requerida:	1175.835	Kn	Fuerza requerida:	1175835	N	Fuerza requerida:	119901.798	Kgf	Fuerza requerida:	119.901798	Tn	Fuerza requerida:	264338.224	Lbf
Fuerza requerida:	1175.835	Kn																					
Fuerza requerida:	1175835	N																					
Fuerza requerida:	119901.798	Kgf																					
Fuerza requerida:	119.901798	Tn																					
Fuerza requerida:	264338.224	Lbf																					
Largo Inicial:	0.250	m	Largo Inicial:	1.200	m																		
Ancho Inicial:	0.150	m	Ancho Inicial:	1.200	m																		
Altura Inicial:	0.155	m	Altura Inicial:	2.250	m																		
Volumen Inicial:	0.006	m3	Volumen Inicial:	3.240	m3																		
Densidad Inicial:	87.570	Kg/m3	Densidad Inicial:	69.444	Kg/m3																		
Propiedad:	Magnitud:	Unidad:	Propiedad:	Magnitud:	Unidad:																		
Masa Final:	0.509	Kg	Masa Final:	225.000	Kg																		
Largo Final:	0.255	m	Largo Final:	1.250	m																		
Ancho Final:	0.155	m	Ancho Final:	1.250	m																		
Altura Final:	0.048	m	Altura Final:	0.400	m																		
Volumen Final:	0.002	m3	Volumen Final:	0.625	m3																		
Densidad Final:	268.290	Kg/m3	Densidad Final:	360.000	Kg/m3																		

Fuente: Elaboración propia

Elección de la presión hidráulica del sistema en general:

Sabemos que para estos sistemas siempre se utilizan, un rango de presiones entre 2000 a 5000 psi, por lo tanto, para determinar una presión de diseño recurrimos a los estudios estadísticos de eficiencias en costos de los distintos usos de presiones:

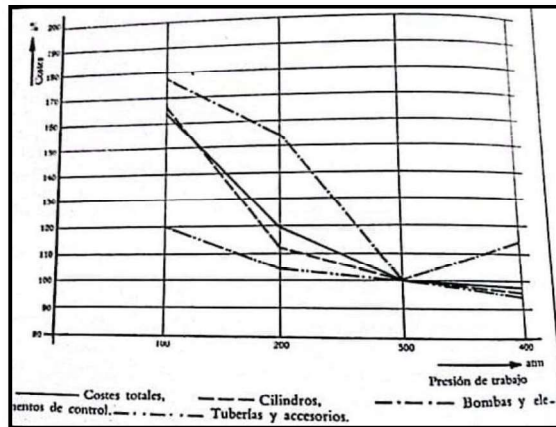
Tabla 4. 8 Rangos de presiones usados en aplicaciones similares

Presión	Máquina - herramienta con funcionamiento de vapor, elementos de vapor (líquido, sólido, etc.)	Mecanismos sencillos, cilindros y accesorios	Presión para deformación de metales, guías, cables, cables, plegados	Presión de compresión para goma - plásticos - metales - piel; gases para flama	Insulaciones de lana, etc.
15-30	15-200	15-500	100-200	250-500	100-300
Valvulas		Mecanismos de propulsión	Carrillos elevados	Máquinas agrícolas	Mineria
150-250		150-250	100-200	100-150	450
	Comercio de buques		Máquinas de levantar	Construcciones y obras públicas	
Enchufes	Máquinas	Tijeras	Componentes y accesorios	Muebles	Plásticos, goma
				Dragas, excavadoras, explosivos	Hormigón, concreto
150-300	10-250	50-300	50-300	150-200	200-300
				80-250	300-500
Particulares		Máquinas para soldar	Arrimamientos de interruptores eléctricos	Mecanismos de arranque	
100-250		50-150	100-300	150-300	

Fig. 4: Presiones de trabajo en atmósferas utilizadas en diversas aplicaciones

Fuente: (Nicolas, 2002)

Tabla 4. 9 Relación de Costos – Presiones de operación



Fuente: (Nicolas, 2002)

Por lo tanto, elegimos una presión de trabajo de 300 Bar = 4351.132 psi

Cálculo del diámetro del cilindro principal:

Tabla 4. 10 Calculo del diámetro del cilindro hidráulico

Calculo del Area del cilindro		
Caracteristica:	Magnitud:	Unidad:
Presion de trabajo:	4351.132	psi
Fuerza en el Cilindro:	1175.835	Kn
Area necesaria:	0.039	m2
π :	3.142	-
Diametro:	0.223	m2
Diametro:	223.395	mm

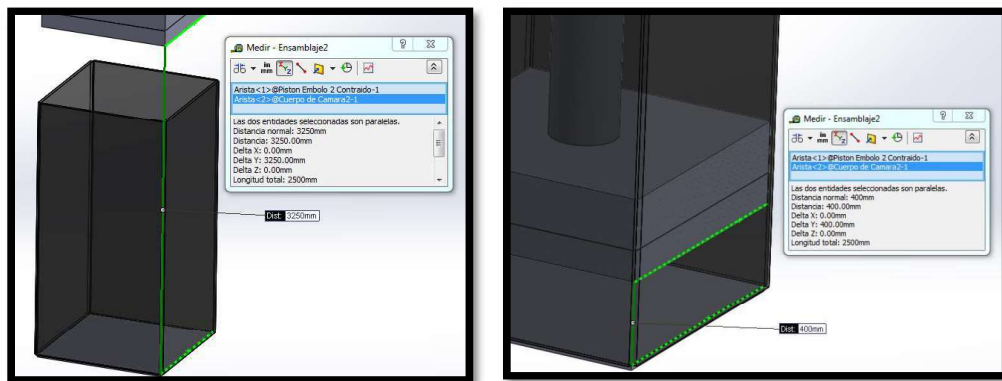
Fuente: Elaboración propia

Verificación de Producción deseada:

Para eso primero hallamos la velocidad media en la etapa de presión crítica.

Por lo tanto, para hallar la distancia recorrida en el trabajo de compresión seria;

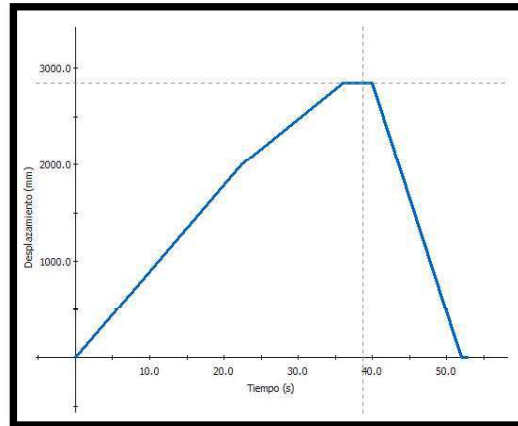
Figura 4. 6 Medición de distancias recorridas en modelado 3D



Fuente: Elaboración propia

También usamos las curvas generadas por el análisis de movimiento durante la simulación:

Tabla 4. 11 Curvas Posición – Tiempo del análisis de movimiento



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, tenemos la velocidad correspondiente de la etapa de compresión:

Tabla 4. 12 Calculo de la Producción por hora

Calculo de Produccion:			
Peso de las bajadas:	225	Kg	
Tiempo de alimentacion:	7	Seg	
Tiempo de bajada 1:	22.4	Seg	
Tiempo de bajada 2:	13.6	Seg	
Tiempo de subida:	11.5	Seg	
Retorno al punto de inicio			
Tiempo total:	54.5	Seg	
Peso total requerido:	15000	Kg	
Cantidad de bajadas:	66.6	Und	
Minutos x hora:	60	Min	
Segundos por minutos:	60	Seg	
Segundos por hora:	3600	Seg	
Duracion de ciclo:	54.0540541	Seg	
OK	OK	54	Seg

Fuente: Elaboración propia

Cálculo del Caudal:

Tabla 4. 13 Calculo del caudal en el cilindro hidráulico principal

Calculo del Caudal necesario de la Bomba			
Recorrido 1		Caudal:	
Posicion 1	0 mm	Area de Presion	0.03919457 m2
Posicion 2	2000 mm	Velocidad correspondiente:	0.063 m/s
Posicion 3	2850 mm	Caudal requerido:	0.00244966 m3/s
Recorrido total	2850 mm	Caudal requerido:	147 lts/min
Tiempo 1	22.4 Seg	Velocidad 1	89.286 mm/s
Tiempo 2	13.6 Seg	Velocidad 2	62.500 mm/s
Tiempo total	36 Seg	Velocidad 2	0.063 m/s

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de potencia del Motor:

Tabla 4. 14 Calculo de la potencia de accionamiento

Calculo del Motor de Accionamiento:		
Presion:	305.922	Kp/cm2
Caudal:	147.000	Lts/min
Potencia:	73.481	Kw
Eficiencia est:	0.850	
Pot Motor:	86.449	Kw
Pot Motor:	115.929	HP

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, según el catálogo se usaría un motor de 125 HP.

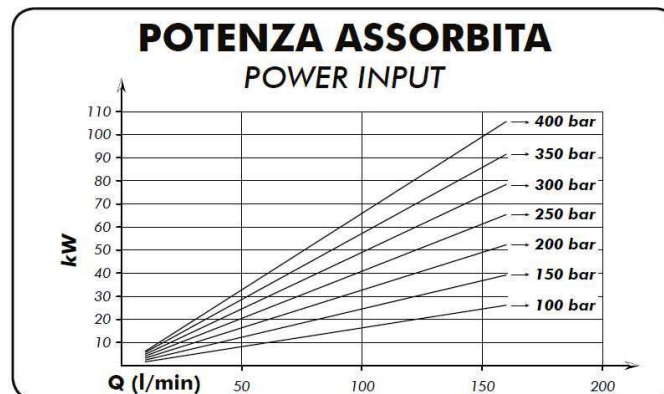
Cálculo de Capacidad del depósito;

Para efectos prácticos, y dependiendo de la capacidad del sistema hidráulico que estamos utilizando se procederá a considerar un almacenamiento de $3 \cdot Q$.

Por lo tanto, el depósito será de: 522 Litros.

Verificación de los cálculos con especificaciones técnicas del fabricante de la bomba:

Tabla 4. 15 Curvas de Potencia – Presión de la Bomba seleccionada



Fuente: (Components)

Con lo que concluimos que los cálculos son compatibles con las especificaciones de la bomba por lo tanto seguimos las indicaciones del fabricante para los demás accesorios:

Tipo de Bomba Seleccionada:

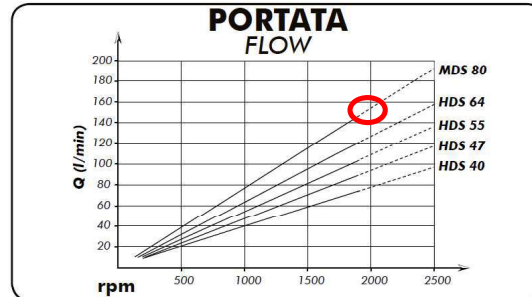
Tabla 4. 16 Selección de Bomba Hidráulica

CARATTERISTICHE TECNICHE DI FUNZIONAMENTO / TECHNICAL FEATURES								
Tipo pompa Pump type	Cilindrata Displacement cm ³ /rev	Pressione Pressure		Velocità / Speed			Velocità min. Min. speed rpm	Peso Weight kg
		P1 bar	P3 bar	V0 rpm	V1 rpm	V2 rpm		
HDS-40	41.25	350	400	2700	1900	2500	300	13,2
HDS-47	47.13							
HDS-55	56.70							
HDS-64	63.56							
MDS-80	77.25	250	300	2300	1800	2100		

Fuente: (Components)

Velocidad RPM del motor de accionamiento:

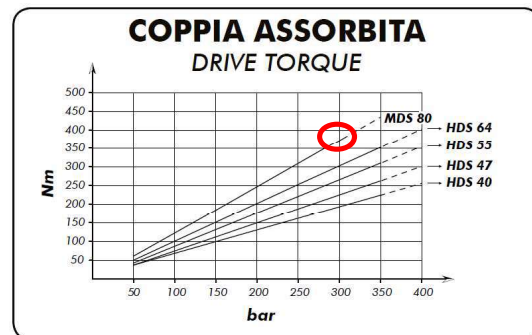
Tabla 4. 17 Curva RPM – Caudal de la bomba hidráulica



Fuente: (Components)

Torque del motor de accionamiento:

Tabla 4. 18 Curva Presión – Torque de la Bomba Hidráulica



Fuente: (Components)

Tuberías anexas a la Bomba:

Tabla 4. 19 Tuberías de y hacia la Bomba Hidráulica

SCELTA DEL TUBO DI ASPIRAZIONE			
<i>HOW TO CHOOSE THE SUCTION PIPE SIZE</i>			
Q Portata	Ø interno min. tubo		Velocità flusso
Flow	Min pipe diam.		Flow speed
l/min	mm	inch	(m/s)
20	25	1"	0,68
30	32	1" 1/4	0,62
40	32		0,83
50	38	1" 1/2	0,74
60	38		0,88
70	40	1" 9/16	0,93
80	45	1" 3/4	0,84
90	45		0,94
100	50	2"	0,85
110	50		0,93
120	60	2" 3/8	0,71
130	60		0,77
140	60		0,83
150	60		0,88
160	63	2" 1/2	0,86
170	63		0,91
180	63		0,96

Fuente: (Components)

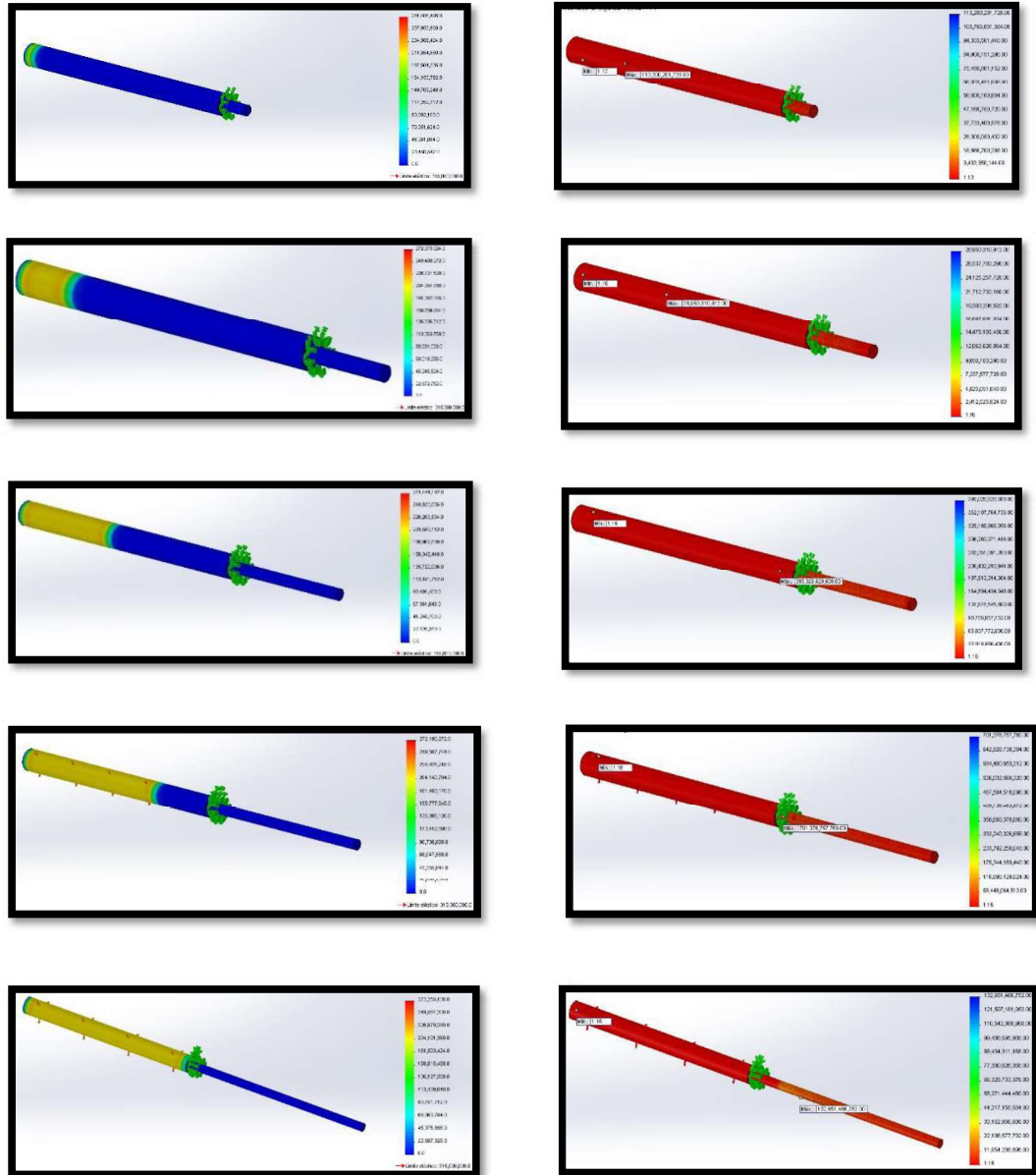
Tabla 4. 20. Tabulación de ecuación para espesor de cilindro

Calculo Espesor del Cilindro				
d	22.340	cm	Esf	3587.476
P	305.915	Kp/cm2	FS	1.762
e	0.953	cm	Ok!	
Esfadm	6322.240	Kp/cm2		

Fuente: Elaboración propia

Realizamos simulación del evento del llenado del cilindro y verificamos la resistencia Mecánica.

Figura 4. 7. Resultados simulación de esfuerzos cilindro



Fuente: Elaboración propia

Cálculo del Vástago

Verificación por pandeo

Tabla 4. 21. Tabulación de ecuación para cálculo de pandeo vástago

Verificacion de Pandeo			
R1	7.500	cm	
A	44.178	cm ²	
L	285.000	cm	
I	2484.988	cm ⁴	
i	7.500	cm	
L/i	38.000	menor que	40

Fuente: Elaboración propia

Una vez verificado el pandeo procedimos a verificar la compresión pura

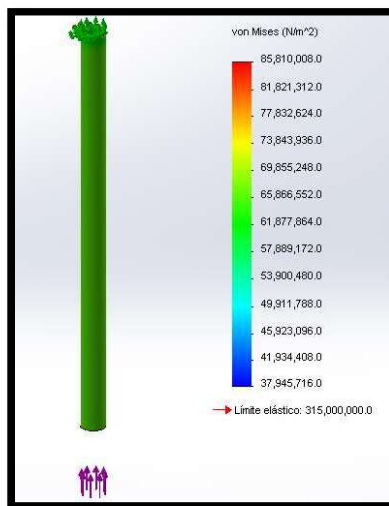
Tabla 4. 22. Tabulación de ecuación para dimensionado de vástago

Calculo compresion			
F	117500.000	dan	Esf
Esadm	6200.000	dan/cm ²	FS
Area	44.178	cm ²	Ok !
			2659.721
			2.331

Fuente: Elaboración Propia

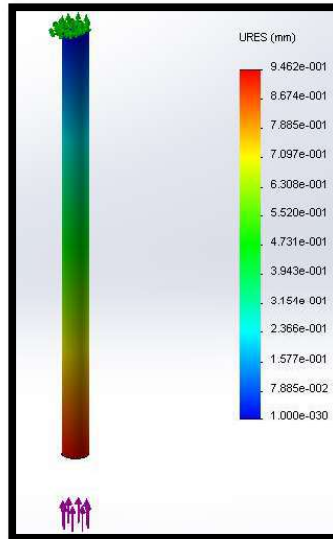
Verificamos por el método FEM apoyados en la simulación estática por computadora.

Figura 4. 8. Resultados simulación esfuerzos vástago



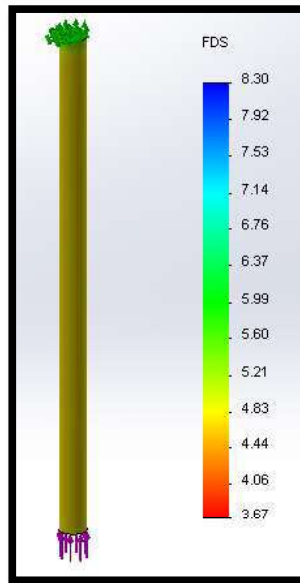
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 9. Resultados simulación desplazamientos vástago



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 10. Resultado simulación F.S. vástago



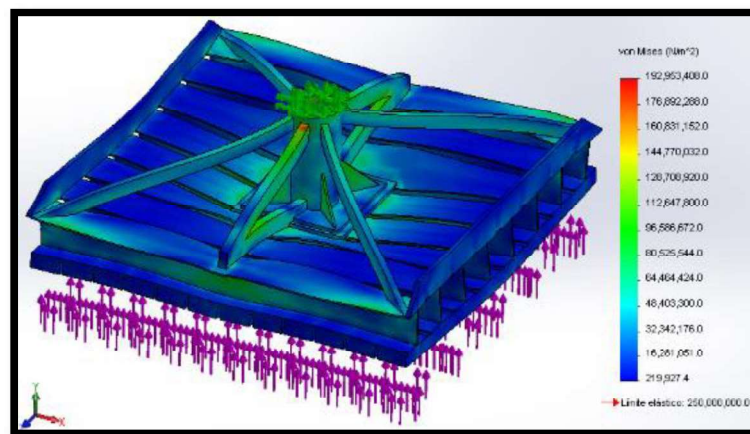
Fuente: Elaboración propia

De la misma manera le daremos las dimensiones finales a los demás elementos estructurales.

Diseño del bastidor de compresión

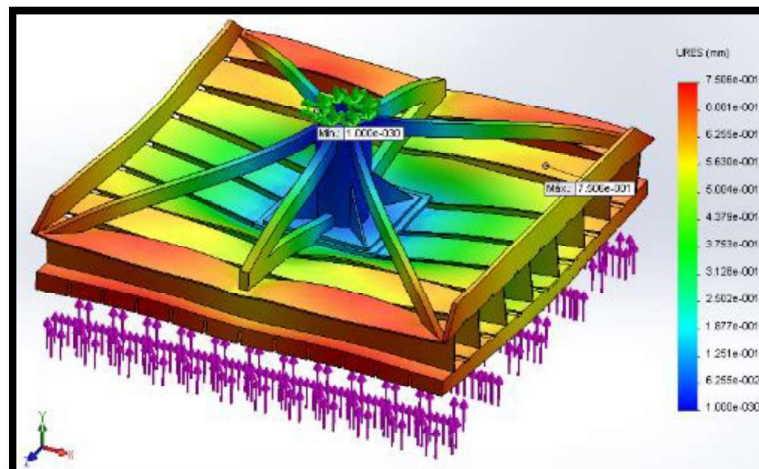
Sometiendo a las cargas reales mediante simulación de eventos mecánicos tenemos las resistencias, desplazamientos y factor de seguridad resultante.

Figura 4. 11. Resultados simulación esfuerzos bastidor de compresión



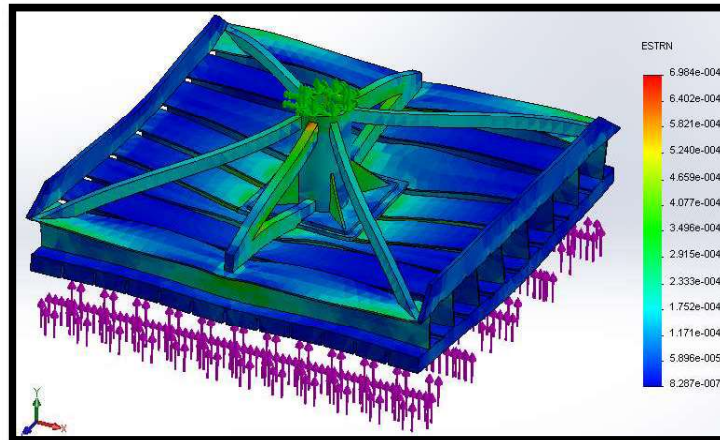
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 12. Resultados simulación desplazamientos bastidor de compresión



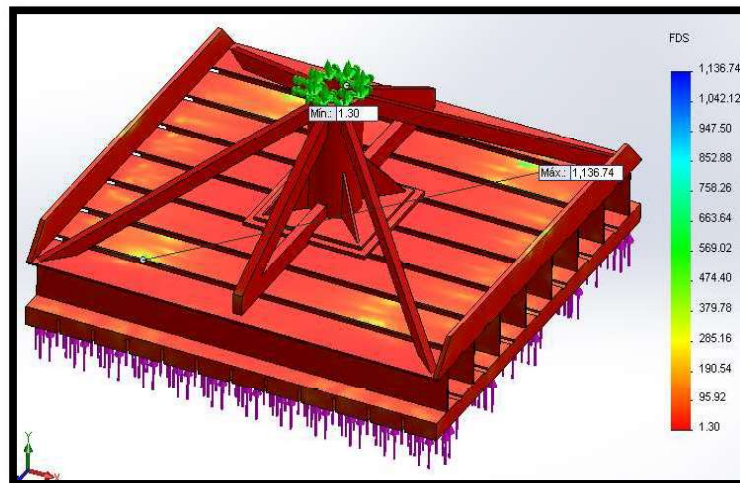
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 13. Resultados simulación def. unit. Bastidor de compresión



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 14. Resultados simulación F.S. bastidor de compresión

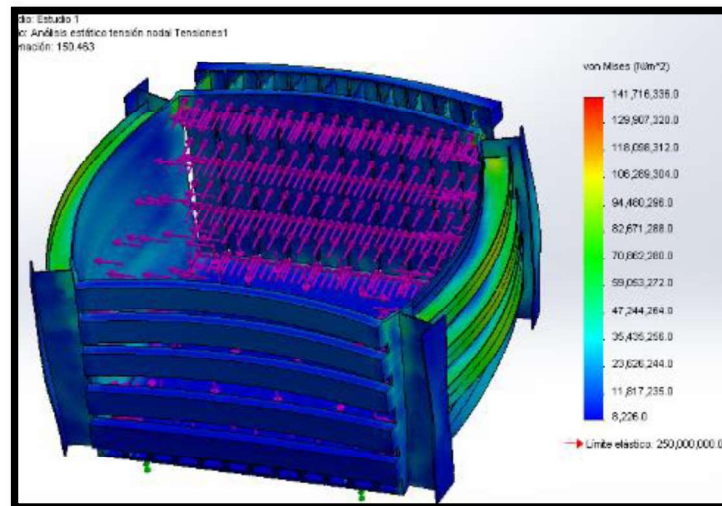


Fuente: Elaboración propia

Diseño de la cámara de Presión

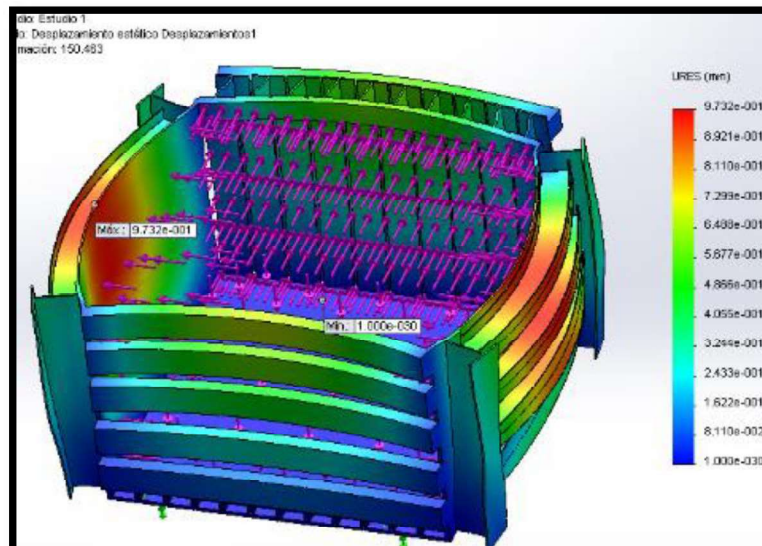
Sometiendo a las cargas reales mediante simulación de eventos mecánicos tenemos las resistencias, desplazamientos y factor de seguridad resultante.

Figura 4. 15. Resultados simulación esfuerzos cámara de compresión



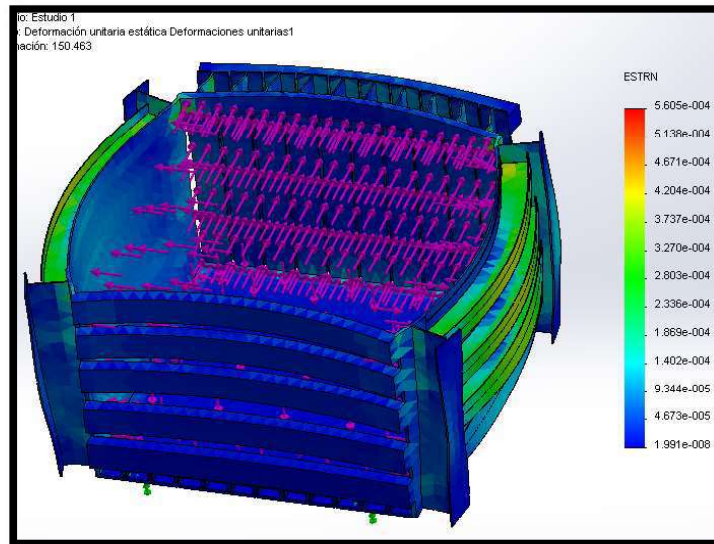
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 16. Resultados simulación desplazamientos cámara de compresión



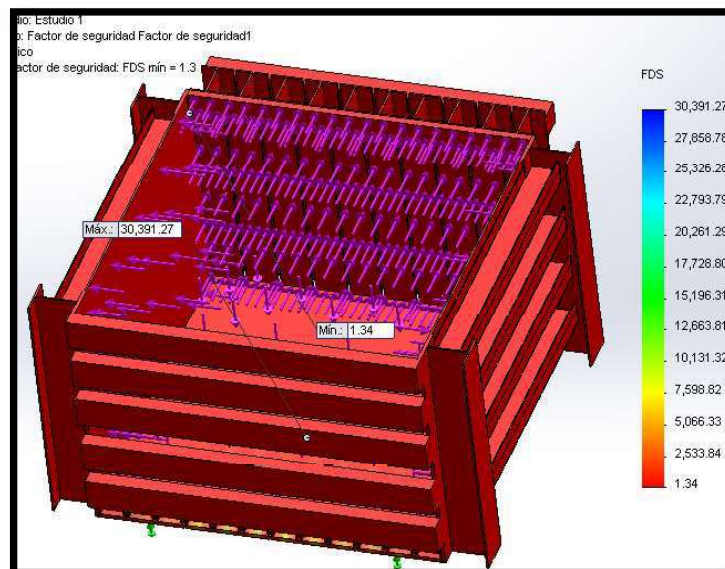
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 17. Resultados simulación def. unit. cámara de compresión



Fuente: Elaboración propia

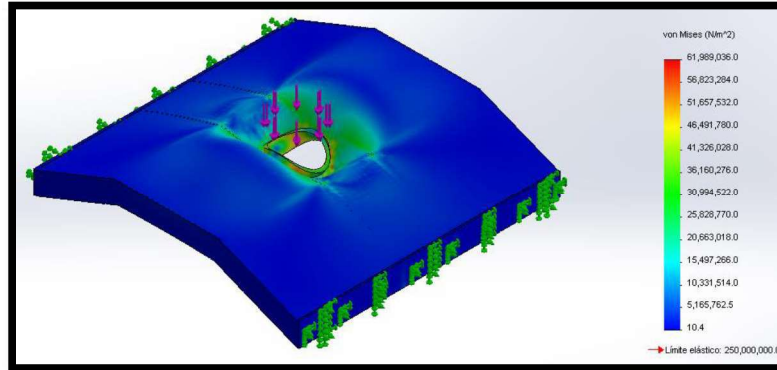
Figura 4. 18. Resultados simulación F.S. cámara de compresión



Fuente: Elaboración propia

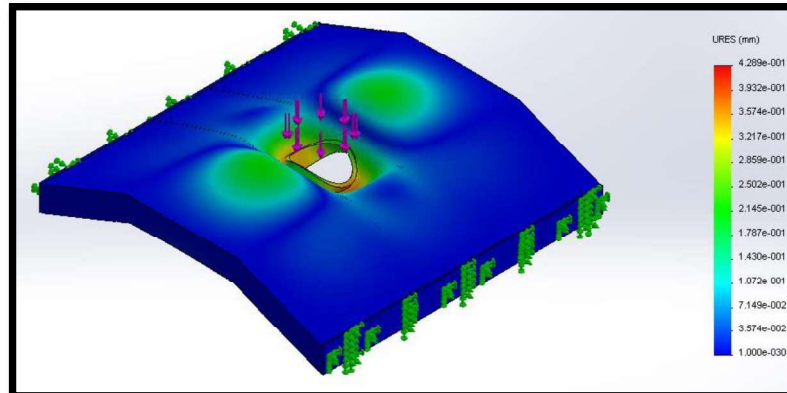
Diseño de la plataforma de soporte para cilindro:

Figura 4. 19 Resultados simulación esfuerzos plataforma soporte de cilindro



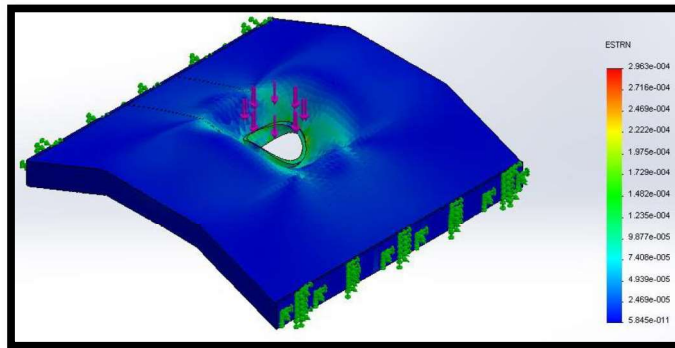
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 20 Resultados simulación desplazamientos plataforma soporte de cilindro



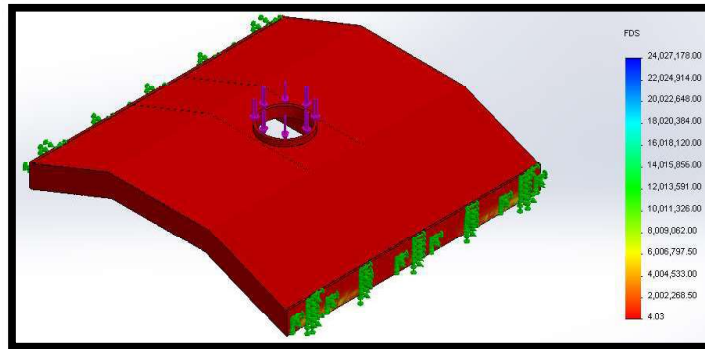
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 21 Resultados simulación def. unit. Plataforma soporte de cilindro



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 22 Resultados simulación F.S. cámara de compresión

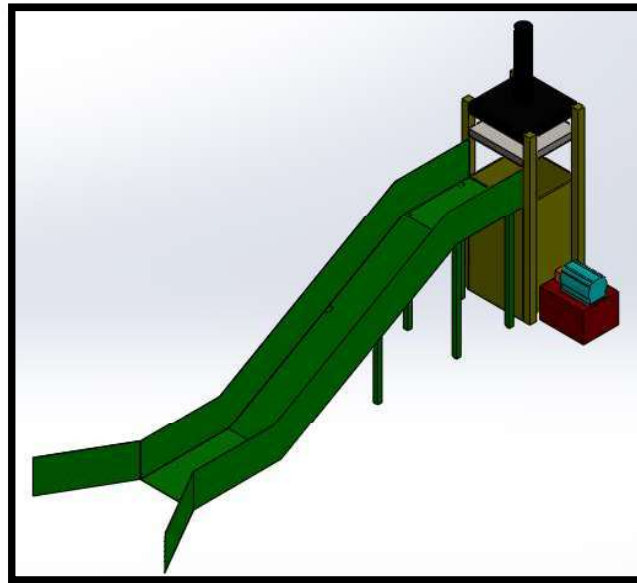


Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la cinta transportadora de alimentación;

Según el bosquejo inicial:

Figura 4. 23 Isométrico de la Prensa Hidráulica vertical diseñada



Fuente: Elaboración propia

La Prensa cuenta con un sistema de alimentación semiautomático, el cual debe sincronizarse con la operación de prensado.

Para el que se necesita soportar la carga que se va a transportar.

Primero calcularemos las cargas que se van a presentar:

Cálculo del peso del material en la cinta transportadora:

Tabla 4. 23 Metrado de cargas para cinta transportadora

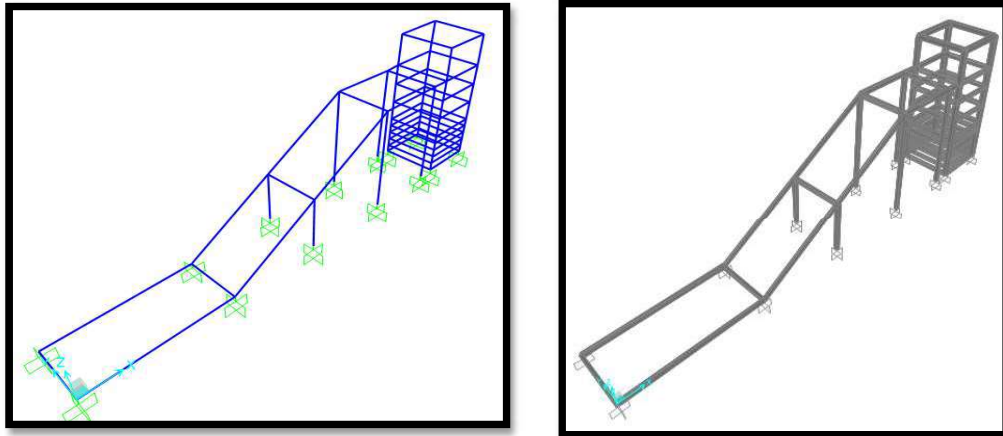
Calculo del Material en la Cinta Transportadora:					
Tiempo de llenado:	7.00	Seg	Nº de paletas por seg:	2.00	Und
Densidad 1 del material:	69.44	Kg/m3	Peso en cada paleta:	16.07	Kg
Volumen de llenado:	3.24	m3	Longitud de Cada paleta:	0.50	m
Peso de llenado:	225.00	Kg	Volumen por paleta:	0.23	m3
Ancho de la entrada:	1.25	m	Altura del material:	0.37	m
Flujo de entrada:	32.14	Kg/Seg	Carga por MI:	32.14	Kg/MI

Fuente: Elaboración propia

Sometemos a análisis estructural computacional:

Modelado del esquema estructural de la prensa:

Figura 4. 24 Isométrico de modelo computacional cinta transportadora



Fuente: Elaboración propia

Asignación de propiedades del material:

Tabla 4. 24 Propiedades del material insertados al sistema

This section provides material property information for materials used in the model.

Table 5: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Table 5: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeight Kgf/m3	UnitMass Kgf-s2/m4	E1 Kgf/m2	G12 Kgf/m2	U12	A1 1/C
A36	7.8490E+03	8.0038E+02	2.039E+10	784193044 5	0.300000	1.1700E-05

Table 6: Material Properties 03a - Steel Data

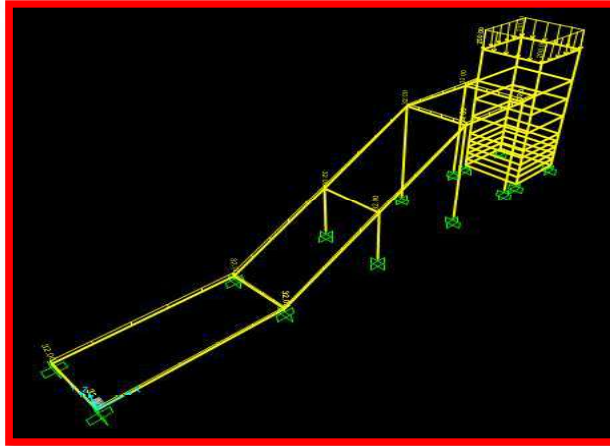
Table 6: Material Properties 03a - Steel Data

Material	Fy Kgf/m2	Fu Kgf/m2	FinalSlope
A36	25310506.54	40778038.32	-0.100000

Fuente: Elaboración propia

Asignación de las Cargas:

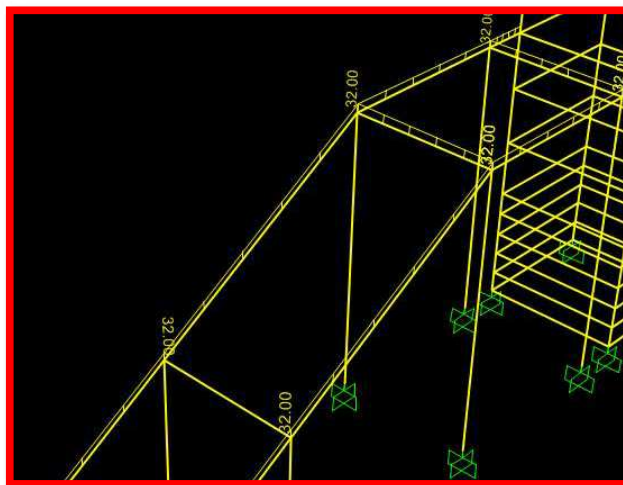
Figura 4. 25 Asignación de cargas en modelo computacional



Fuente: Elaboración propia

Para las columnas y vigas de la cinta transportadora:

Figura 4. 26 Asignación de cargas en Cinta trasportadora



Fuente: Elaboración propia

Metrado de Cargas para Plataforma de Cilindro:

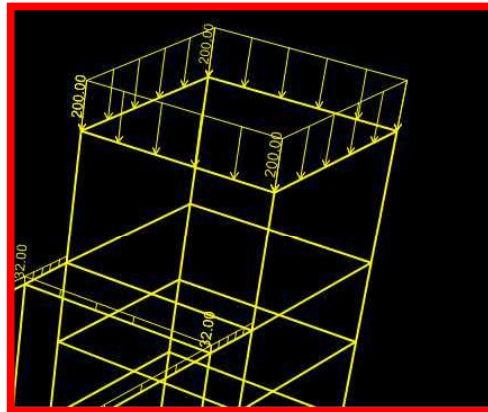
Tabla 4. 25 Calculo de pesos para estructura del cilindro hidráulico

Calculo de Pesos para Soportes del Cilindro	
Peso de Bastidor:	297 Kg
Peso de Vastago:	392 Kg
Peso de Cilindro:	255 Kg
Peso de Plataf:	86 Kg
Peso total:	1030 Kg

Fuente: Elaboración propia

Para la Plataforma del Cilindro:

Figura 4. 27 Asignación de cargas para estructura de soporte cilindro



Fuente: Elaboración propia

Combinaciones utilizadas:

Tabla 4. 26 Combinaciones usadas para el cálculo

Table 11: Function - Response Spectrum - User

Table 11: Function - Response Spectrum - User			
Name	Period Sec	Accel	FuncDamp
UNIFRS	0.000000	1.000000	0.050000
UNIFRS	1.000000	1.000000	

This section provides load combination information.

Table 12: Combination Definitions

Table 12: Combination Definitions			
ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
COMB1	Linear Add	DEAD	1.400000
COMB1		PESO	1.400000

Fuente: Elaboración propia

Materiales resultantes:

Tabla 4. 27 Tabla de resumen de materiales

7. Material take-off

This section provides a material take-off.

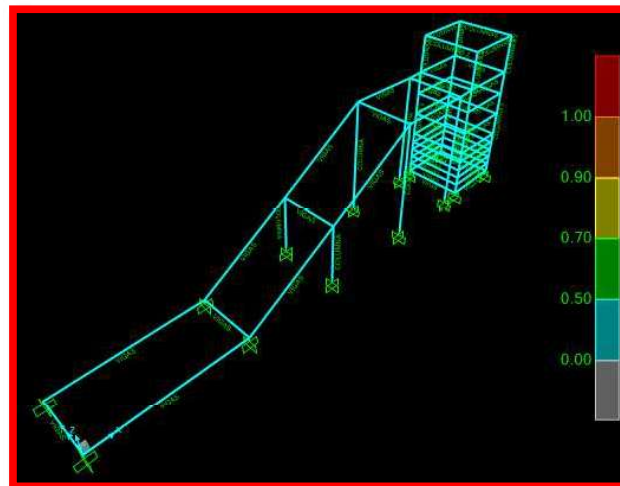
Table 13: Material List 2 - By Section Property

Table 13: Material List 2 - By Section Property				
Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength m	TotalWeight Kgf
COLUMNA	Frame	6	12.50000	57.30
COLUMNAS 2	Frame	12	18.20000	245.56
VIGAS	Frame	51	70.68398	217.48

Fuente: Elaboración propia

Resultados de diseño:

Figura 4. 28 Ratios resultantes de análisis estructural



Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, los perfiles usados son los correctos.

Presupuesto:

PRESUPUESTO PRENSA HIDRAULICA VERTICAL						
EQUIPOS DE SISTEMA HIDRAULICO DE PRENSA						Total
1	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	30730
	Montajistas	Glb	1	7750	7750	
2	Equipos	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	22980
	Motor de accionamiento	Und	1	8600	8600	
	Bomba Hidraulica	Und	1	2500	2500	
	Cilindro hidraulico	Und	1	9800	9800	
	Deposito	Und	1	790	790	
	Tuberia y racores	Glb	1	1290	1290	
ESTRUCTURA DE PRENSA						Total
1	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	23200
	Operarios, oficiales y ayudantes	Glb	1	4150	4150	
	Soldadores	Glb	1	2300	2300	
	Montajistas	Glb	1	2750	2750	
2	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	14000
	Perfiles estructurales	Kg	5600	1.5	8400	
	Maquinas herramientas y consumibles	Kg	5600	1	5600	
EQUIPOS DE CINTA TRANSPORTADORA						Total
1	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	11120
	Montajistas	Glb	1	1090	1090	
2	Equipos	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	10030
	Motor de accionamiento	Und	1	700	700	
	Sistema de transmision	Und	1	250	250	
	Cinta transportadora	Und	1	6880	6880	
	Rodillos, polines y templadores	Glb	1	2200	2200	
ESTRUCTURA DE CINTA TRANSPORTADORA						Total
1	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	7705
	Operarios, oficiales y ayudantes	Glb	1	2210	2210	
	Soldadores	Glb	1	815	815	
	Montajistas	Glb	1	940	940	
2	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	3750
	Perfiles estructurales	Kg	1500	1.5	2250	
	Maquinas herramientas y consumibles	Kg	1500	1	1500	
MONTAJE TOTAL Y PUESTA EN MARCHA						Total
1	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	7580
	Montajistas	Glb	1	6000	6000	
2	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	1580
	Maquinaria, herramientas y consumibles	Ctos	1	1580	1580	
Costo Directo			80335.00	Dolares		
G.G (12%)			9640.20	Dolares		
Costo Total			89975.20	Dolares		
Utilidad (15%)			13496.28	Dolares		
Valor Venta Sin IGV			103471.48	Dolares		
IGV (18%)			18624.87	Dolares		
Valor Venta Incluido IGV			122096.35	Dolares		

Con lo que se demuestra que existe beneficio técnico – económico, ya que las prensas importadas con esta capacidad de producción sobrepasan los € 200,000.

Cabe mencionar que faltan accesorios automatizados para agregar.

V. RESULTADOS

5.1 Descripción de resultados:

A continuación, representamos una tabla con los principales resultados anteriormente calculados:

Tabla 5. 1. Resultados principales

Variable	Dimension	Unidad
Tiempo de operación de prensado	54.5	Segundos
Fuerza de compresion	1175.8435	Kn
Velocidad lineal del vastago	0.0625	m/s
Presion del sistema hidraulico	300	Bar
Diametro del Cilindro	223.395	mm
Caudal del sistema	147	l/min
Potencia del motor	120	Hp
Tamaño del deposito	522	Litros
Dezplazamientos en bastidor	0.7	mm
F.S. minimo en bastidor	1.3	
Dezplazamientos en camara de compresion	0.9232	mm
F.S. minimo en camara de compresion	1.34	
Precio estimado de la maquina con componentes basicos	122096.35	\$

Fuente: Elaboración propia

5.2 Análisis estadístico:

La población es solo una maquina por lo que el Análisis estadístico no tiene componentes en la presente investigación.

5.3 Contrastación de Hipótesis:

Con los resultados obtenidos notamos que el diseño desarrollado en la presente investigación nos permite obtener un flujo de empaqueo de 15 TN/Hr de cartón y plástico.

Por lo tanto, queda demostrado, que una hipótesis que indique lo contrario sería nula.

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados

Los resultados indicaron que se puede producir 15 Tn/Hr de cartón y plástico, siempre en cuando se cumplan con los tiempos establecidos en el cálculo del tiempo de ciclo de Prensado en cámara.

Tiempo total del ciclo de Prensado en cámara.

Cantidad de Material por ciclo de Prensado en cámara.

Los casos contrarios que pueden surgir son en los que uno de los dos Mencionados no se cumpla.

Los fundamentos teóricos en los cuales se basa la construcción de la hipótesis , es en dimensionado real en base a mediciones en campo de una prensa similar existente, pero de menores dimensiones por lo tanto, se evidencia que la simulación realizada cuenta con el análisis cinemático a condiciones reales de operación, con lo que los tiempos estimados son reales, además el software utilizado muestra

curvas de estudio de tiempos con el cual la simulación de estudio de movimiento es un fundamento teórico real.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares:

A diferencia de las empresas locales y manuales, se tiene una mejor producción de empaclado además de necesitar menor superficie de área para trabajar, y menor personal ya que la alimentación es semiautomática.

A diferencia de las prensas de importación tiene un menor costo y una facilidad de operación ya que la arquitectura de la maquina es similar a las prensas convencionales.

En comparación con los estudios antecedentes podemos concluir el siguiente análisis:

- “Calculo y diseño de una Prensa Hidráulica Tipo “C” con Capacidad de 20 Toneladas” - Barba Muñoz Luis Fernando y Reyes Terán Omar - México, Distrito Federal (2011): Nos mostró como realizar el diseño de una prensa tipo “C”, con lo que, en la presente investigación, se está utilizando una configuración mecánica diferente, mejorando los tiempos de trabajo, eficiencia y facilidades de Operación para el personal.
- “Diseño y Análisis Estructural por el método de los Elementos Finitos de un Mecanismo de Palancas para una compactadora de Aluminio” - Fausto Wilfrido Coque Acosta y Klennir Bartolo Pérez Cobos - Latacunga –

Ecuador (2013): Nos mostró como realizar el análisis estructural de componentes de la prensa, en la presente investigación se tomó como referencia el método usado, pero se mejoró el campo de aplicación desde el cálculo y diseño del vástago, hasta los componentes estructurales de la cámara de prensado interna, con la cual hemos desarrollado un análisis estructural completo de todos los elementos principales.

- “Calculo y Selección del Equipo Hidráulico para Maquina de Compactación de material reciclable como Papel, Cartón, Plástico y Aluminio” - Gustavo Adrián Reyes Jiménez - México, D.F. (2010): Nos mostró un método completo para selección de elementos de máquina, y amplia investigación teórica, las cuales sirvieron como referencia para la presente investigación, con la que hemos ampliado el conocimiento y hemos encontrado que los resultados obtenidos logramos una mejora en el estudio cinemático y dinámico obteniendo resultados precisos y basados en simulación de eventos reales por computadora.

6.3. Interpretaciones y aplicaciones prácticas:

En base a los resultados obtenidos, se realizó un aporte en la metodología del diseño de ciclos de producción para prensas Hidráulicas en general como es: El Análisis mediante Simulación de eventos físicos reales por computadora.

Además, se implementó una metodología completa utilizando las herramientas como el cálculo estructural mediante elementos finitos, y el diseño y selección de elementos de maquina mediante uso de curvas de componentes y datos de fabricantes.

En base al diseño realizado se aplicó en la industria del papel, cartón y plástico, construyendo una prensa que se ajusta a las necesidades del mercado local según lo expuesto en la justificación de la presente investigación.

VII. CONCLUSIONES

- Se obtuvo una configuración mecánica de los elementos que conforman la prensa para poder producir 15 Tn/Hr de empaqueo de Cartón y Plástico.
- Según la discusión anteriormente mencionada, se logró presentar una metodología nueva usando los estudios de movimiento basados en simulaciones reales, utilizando los resultados de prestigiosos laboratorios para determinar las densidades de compactación finales, utilizando método de elementos finitos por computadora para dimensionamiento de elementos principales de máquina y finalmente utilizando los catálogos y datos de fabricante para seleccionar los componentes finales de accionamiento y operación.
- Mediante un presupuesto estimado para la construcción y puesta en marcha de la prensa se pudo determinar la factibilidad técnico – económica de la Prensa ya que cuenta con un menor monto de inversión que una de las prensas de importación.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Mantenimiento:

- El mantenimiento se toma en cuenta en base a inspecciones visuales por completo en busca de fugas, falta de presión en tornillos, y vibraciones excesivas en algunos puntos críticos, presión en manómetros, identificación de desgaste en piezas con rozamiento y estado de sensores y tablero de mando.
- La revisión íntegra de todo el sistema Hidráulico realizarlo anualmente.
- La revisión y medición de precisión íntegramente a las deformaciones de los componentes estructurales como, vástago, bastidor, cámara y soporte de cinta transportadora cada 2 años.

2. Operación:

- La operación se realiza con 2 personas de control y manipuleo de los materiales en el ingreso a la cinta transportadora, y una persona operando las actividades de compresión y descarga de las pacas.
- Dependiendo de la configuración elegida por el usuario se podrían usar más personas para la labor de amarrado con alambres en las posiciones que se estimen convenientes.

- De acuerdo a la forma de acarreo de las pacas considerada por el usuario, se necesitarán más equipos o personas en esta labor como por ejemplo un montacargas.

- Sería necesario contar con dispositivos de seguridad en el ingreso del cartón y a la salida de las pacas para prevenir accidentes con los operadores y personal de apoyo.

3. Mejoras:

- Las mejoras posibles tienen que ver principalmente con los cilindros que se pueden re direccionar, multiplicar y cambiar de posición, esto es debido a la versatilidad del diseño teniendo el área de compresión necesaria se pueden reformular la cantidad de cilindros y la posición de cada uno de ellos, así como también los tamaños de las pacas conociendo las densidades estudiadas en la presente investigación.

- Es decir, este diseño puede adaptarse a las condiciones requeridas por los potenciales usuarios satisfaciendo así las necesidades puntuales de acuerdo a la situación que presenten.

- Además, todos los dispositivos automáticos que se le adicione para el amarrado de las pacas y la descarga del mismo se pueden tomar en cuenta como mejora a fin de llevar las pacas al camión de transporte lo más rápido posible.

- Se realizarán mejoras en las etapas de construcción y operación, optimizando así los tiempos del ciclo de prensado, las tareas de alimentación y recolección de los productos finales y las tareas de mantenimiento.

- En lo académico, científico y tecnológico, se recomienda realizar optimizaciones mediante validaciones por el estudio de tiempos, simulación de eventos reales, elementos finitos y datos de fábrica de los componentes de máquina para cualquier modificación en la configuración mecánica de la prensa.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía:

- 360, A. (n.d.). Code of Standard Practice.
- American Machine Tools Co. (n.d.). *Maquinas Prensa Hidráulica para su tienda - Marco H y Marco C*. Retrieved from http://www.americanmachinetools.com/prensa_hidraulica.htm
- Barba Muñoz, L. F. (2011). *Calculo y diseño de una Prensa Hidraulica Tipo "C" con capacidad de 20 Toneladas*. Distrito Federa, Mexico.
- Bavaresco, I. G. (n.d.). *Clasificacion de Prensas*. Retrieved from <https://gabpingeneria.weebly.com/uploads/2/0/1/6/20162823/prensas.pdf>
- Beitler, P. P. (1968). *Tratado Practico de Oleohidraulica*.
- Cobos, F. W. (2013). *Diseño y Analisis Estructural por el metodo de Los Elementos Finitos de un Mecanismo de Palancas para una compactadora de Aluminio*. Lacatunga, Ecuador.
- Components, O. H. (n.d.). Especificacione tecnicas de Bombas Hidraulicas.
- Ehow en español. (n.d.). *Tipos de Prensas Hidraulicas*. Retrieved from http://www.ehowenespanol.com/tipos-prensas-hidraulicas-lista_319121/
- Gustavo Adrian, R. J. (2010). *Calculo y Seleccion del Equipo Hidraulico para Maquina de Compactacion de material reciclable como Papel, Carton, Plastico y Aluminio*. D.F., Mexico.
- Hernandez Sampieri, R. (2003). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico D.F.
- Hibbeler. (2006). *Mecanica de Materiales*.
- Meza, S. C. (2015). *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*.
- Montes, E. (2010). *Metodologia de la Investigacion Tecnologica*. Huancayo.

- Nicolas, A. S. (2002). *Oleohidráulica*.
- Noriega, B. D. (2007). *Disposicion de Planta*.
- Norton, R. L. (2011). *Diseño de Maquinas*.
- Parker. (n.d.). Catalogo de componentes Hidraulicos.
- R.N.E. (n.d.). Disposiciones de Cargas y Combinaciones Aplicables a estructuras metalicas.
- Riley. (1996). *Dinamica de Materiales*.
- Romero, R. (2012). *Metodo del Elemento Finito*.
- WEG. (n.d.). Catalogo de Motores.
- Wikipedia La enciclopedia Libre. (n.d.). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

ANEXOS

- **Matriz de Consistencia**

“DISEÑO DE UNA PRESNA HIDRAÚLICA VERTICAL PARA EMPACADO DE 15 TON/HORA CARTON Y PLASTICO”

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACIÓN
<p>Problema General:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo diseñar una Prensa Hidráulica Vertical para el empaclado de 15 Ton/Hora de Cartón y Plástico? <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la configuración mecánica para el Proceso de empaclado de 15 Ton/Hora Cartón y Plástico? ¿Cómo calcular las cargas y dimensiones que deben tener los elementos que conforman la Prensa Hidráulica? ¿Cómo seleccionar de la Bomba Oleo hidráulica y sus accesorios mecánicos? ¿Cuál es la factibilidad técnico-económica del diseño? ¿Qué proceso de Validación se empleará para el diseño? 	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> Diseñar una Prensa Hidráulica Vertical para el empaclado de 15 Ton/Hora de Cartón y Plástico. <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Elegir la configuración mecánica de la Prensa Hidráulica vertical para el empaclado de 15 Ton/Hora Cartón y Plástico. Calcular las cargas y las dimensiones de los elementos que la conforman. Seleccionar la Bomba Hidráulica y sus accesorios. Establecer la factibilidad técnico – económica del diseño. Detallar el proceso de validación que se empleara para el diseño. 	<p>Hipótesis General:</p> <ul style="list-style-type: none"> El diseño de una línea de prensado vertical permitirá realizar el empaclado de 15 Ton/Hr de cartón y plástico. <p>Hipótesis Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> La configuración del sistema mecánico influirá en el diseño de la prensa. La metodología para el cálculo de cargas y dimensiones de los componentes estructurales influye en el diseño. La selección de la bomba y sus accesorios influye en el diseño. La evaluación de la factibilidad técnico – económica del diseño de la prensa hidráulica permitirá la sustentación de la fiabilidad del diseño. El proceso de diseño empleado en la prensa hidráulica permitirá su validación. 	<p>Variable Independiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prensa Vertical. <p>Variable Dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> Empacado de 15 Tn/Hr. 	<p>Tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> La investigación será de tipo Tecnológica Aplicada. <p>Diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> Por la naturaleza del presente proyecto el diseño será de carácter no experimental. 	<p>Población:</p> <ul style="list-style-type: none"> La población está constituida por la Prensa Hidráulica Vertical para el empaclado de 15 Ton/Hora de Cartón y Plástico. <p>Muestra:</p> <ul style="list-style-type: none"> Debido a la naturaleza de este proyecto la muestra es la misma que la de la población.

- **Otros Anexos necesarios para el respaldo de la Investigación**

- A. Instituciones Conocidas en Oleo Hidráulica

Figura A 1 Instituciones conocidas en Oleo Hidráulica

	VDMA - Verband Deutscher Maschinenbau - Anstalten e.V. (Asociación alemana de constructores de maquinaria.)
	Fachgemeinschaft Ölhydraulik und Pneumatik. (Comité para oleohidráulica y neumática.)
	DNA Deutscher Normenausschuss e.V. (Comisión alemana de normas.)
	Fachnormenausschuss Maschinenbau. (Comisión de normas para construcción de máquinas.)
	Arbeitsausschuss Ölhydraulik und Pneumatik. (Comisión de trabajo para oleo-hidráulica y neumática.)
	(Hojas de normas DIN.)
	VDI - Verein Deutscher Ingenieure. (Asociación de Ingenieros Alemanes.)
	VDI/AWF Fachgruppe Getriebetechnik. (Subgrupo de transmisiones por engrane.)
	Ausschuss Hydrostatische Getriebe. (Comisión para transmisiones hidrostáticas.)
	(Normas VDI.)
Fachnormenausschuss	Bergbau (FABERG). (Comisión de normas para minas.)
Fachnormenausschuss	Elektrotechnik (FNE). (Comisión de normas para electrotécnica.)
Fachnormenausschuss	Kautschukindustrie (FAKAU). (Comisión de normas para industrias del caucho.)
Fachnormenausschuss	Maschinenbau (FM). (Comisión de normas para construcción de máquinas.)
Normengruppe	Landmaschinen und Ackerschlepper. (Grupo para normalización de maquinaria agrícola y tractores.)
Arbeitsausschuss	Ölhydraulik und Pneumatik. (Comisión de trabajo para oleohidráulica y neumática.)
Arbeitsausschuss	Rohrverschraubungen. (Comisión de trabajo para racores de tuberías.)
Arbeitsausschuss	Steuerungs - und Regelungstechnik. (Comisión de trabajo para la técnica de mando y regulación.)
Arbeitsausschuss	Sinnbilder und Schaltpläne für Wärmekraftanlagen. (Comisión de trabajo para símbolos y esquemas para centrales térmicas.)

Fachnormenausschuss	Mineralöl und Brennstoffnormung (FAM). (Comisión de normas, aceites minerales y combustibles.)
Fachnormenausschuss	Schienefahrzeuge (FSF). (Comisión de normas para vehículos sobre raíles.)
Fachnormenausschuss	Schiffbau (HNA). (Comisión de normas para construcción de buques.)
Fachnormenausschuss	Werkzeugmaschinen. (Comisión de normas para máquinas-herramientas.)
Normenstelle	Lufthahrt. (Junta de normas para la aviación.)
Normenstelle	Marine. (Junta de normas para la marina.)
VDI - Fachgruppe	Betriebstechnik. (VDI-Subgrupo técnica de talleres.)
Ausschuss	Automatisierung in der Fertigung. (Comisión para la automatización de la producción.)
Unterausschuss	Hydraulische Steuerung. (Subcomisión; control hidráulico.)
Unterausschuss	Pneumatische Steuerung. (Subcomisión; control neumático.)
Ausschuss	Betriebsmittelpflege. (Comisión para la conservación de los elementos del taller.)
Ausschuss	Hydrostatische Getriebe. (Comisión; transmisiones hidrostáticas.)
Ausschuss	Hydrodynamische Getriebe. (Comisión; transmisiones hidrodinámicas.)
VDI/VDE - Fachgruppe	Regelungstechnik. (VDI/VDE - Subgrupo; técnicas de regulación.)
Ausschuss	Graphische Symbole. (Comisión para símbolos gráficos.)
VDI - Fachgruppe	Landtechnik. (VDI - Subgrupo; técnica del campo.)
Fachgemeinschaft	Ölhydraulik und Pneumatik im VDMA. Comité oleo-hidráulica y neumática de la VDMA. (Asociación alemana de constructores de maquinaria.)
Technischer Ausschuss	Mit sechs Arbeitskreisen. (Comisión técnica con seis subgrupos de trabajo.)
Steinkohlenbergbauverein	(Asociación; minas de carbón.)
Ausschuss	Hydraulik. (Comisión para hidráulica.)
Schiffbautechnische	Gesellschaft. (Sociedad técnica para construcción de buques.)
Ausschuss	Hydraulik an Bord von Schiffen. (Comisión de hidráulica para buques.)
Deutsche Bundesbahn	Bundesbahn - Zentralamt München. (Ferrocarriles federales alemanes, oficina central de Munich.)

Fuente: (Beitler, 1968)

B. Normas conocidas en Oleo Hidráulica

Figura B. 1 Normas conocidas en Oleo Hidráulica

VDMA	24 300	Sumario, nomenclatura y símbolos.
	301	Bombas hidráulicas, nomenclatura y símbolos.
	302	Motores hidráulicos, nomenclatura y símbolos.
	303	Transmisiones hidráulicas, nomenclatura y símbolos.
	304	Cilindros hidráulicos, nomenclatura y símbolos.
	305	Válvulas hidráulicas, nomenclatura y símbolos.
	306	Otros aparatos hidráulicos, nomenclatura y símbolos.
	307	Tuberías y conexiones.
	310	Tipos de accionamiento y elementos auxiliares.
	315	Comparación de unidades.
	318	Accites hidráulicos.
	319	Letras utilizadas en la representación simbólica de los aparatos hidráulicos (referidas a las anteriores hojas).
VDI	3201	Válvulas direccionales.
	3268	Válvulas de caudal.
	3269	Válvulas de cierre.
	3276	Válvulas de presión.
	3277	Cilindros hidráulicos.
	3278	Motores hidráulicos.
	3279	Bombas hidráulicas.
	3280	Filtros.
	3281	Multiplicadores de presión.
	3282	Acumuladores hidráulicos.

- DIN 545 LNA-Elementos de conexión y racores.
- 1629 Tubos de acero laminado, sin soldadura (condiciones técnicas d suministro).
- DIN 2088 Muelles planos de formas curvas.
- 2089 Muelles espirales cilíndricos para compresión.
Muelles espirales cilíndricos para tracción.
- 2090 Muelles espirales para compresión, de hilo cuadrado.
- 2095 Muelles de compresión (representación gráfica).
- 2097 Muelles de tracción (representación gráfica).
- 2353 Racores sin soldadura con anillo cortante, generalidades.
- 2356 Tuercas serie pesada.
- 2357 Tuercas serie ligera (ambas interesantes para la construcción de cilindros).
- 2367 Racores sin soldadura con anillo de doble cono.
- 2370 Racores serie ligera. Generalidades. (Enlaces con junta por cono y bola.)
- 2385 Tubos de acero de precisión sin soldadura.
- 2391 Tubos de acero laminados sin soldadura. (Tubos de precisión con tolerancias especiales.)
- 2401 Escalones de presión. (Tabla.)
- 2413 Tubos de acero, cálculos para presión interior.
- 2439 Tubos tipo ligero (tubos-Gas).
- 2440 Tubos tipo semipesado.
- 2441 Tubos tipo pesado (tubos para vapor).
- 2450 Tubos de acero sin soldadura para diferentes presiones.
- 2950 Accesorios de fundición maleable para tubería, denominaciones.
- 2951 Accesorios de fundición maleable para tubería, tipos.
- 2980 Accesorios de acero para tubería, denominaciones y tipos.
- 2982 Accesorios de acero para tubería, manguitos y empalmes.
- 2983 Accesorios de acero para tubería, racores para tubos, según DIN 2439,
2440 2441

- 2999 Rosca Whitworth (Gas), para tubos y accesorios (fittings).
- 3402 Engrasadores de bola.
- 3404 Engrasadores planos.
- 3851 Enlaces para tubos sin roscar, normas básicas, dimensiones, diámetros exteriores del tubo para rosca métrica.
- 3852 Hoja 1. Roscas macho, roscas hembra para racores, tornillos para cierre, aparatos con rosca métrica fina: normas para su construcción.
Hoja 2. Rosca Witworth para tubo, normas de construcción.
- 3853 Tornillo y tuerca para racores soldables y no soldables; normas de aplicación.
- 3854 Agujeros roscados para tornillos de racores soldables y no soldables.
- 6503 Retenes para ejes.
- 6504 Retenes para ejes.
- 6505 Collarines (anillos con labios).
- 6506 Anillos de contra-apoyo.
- 7150 Ajustes ISA.
- 7155 Ajustes ISA.
- 7160 Ajustes ISA.
- 7161 Ajustes ISA.
- 7603 Anillos para junta (anillos tóricos).
- 7604 Tapones.
- 9871 Tubos de acero sin soldadura para instalaciones oleohidráulica de alta presión.
- 9872 Curvado de tubos de acero para instalaciones oleohidráulicas de alta presión.
- 16270 Válvulas de cierre para instrumentos medidores de presión.
- 40050 Sistemas de protección.
- 50150 Tablas de equivalencias de durezas.
- 71412 Engrasadores cónicos y con borde reforzado.
- 71751 Horquillas de unión.
- 71752 Charnelas de unión.
- 39280 Guías para cables (HNA Lt 24a y Lt 25a).

Fuente: (Beitler, 1968)

C. Especificaciones técnicas de la Bomba

Figura C. 1 Especificaciones Técnicas Bomba Hidráulica

HDS 40-47-55-64
YH24 80
POMPE A PISTONI AD ASSE INCLINATO
BENT AXIS PISTON PUMPS
108-019
108-016
108-207

CARATTERISTICHE TECNICHE DI FUNZIONAMENTO / TECHNICAL FEATURES

Tipo pompa Pump type	Cilindrata Displacement cm ³ /rev	Pressione Pressure		Velocità / Speed			Velocità min. Min. speed	Peso Weight kg
		P1 bar	P3 bar	V0 rpm	V1 rpm	V2 rpm		
HDS-40	41.25	350	400	2700	1900	2500	300	13,2
HDS-47	47.13							
HDS-55	56.70							
HDS-64	63.56							
HDS-80	77.25	250	300	2300	1800	2100		

P1 = Pressione max. continua / Max. continuous pressure (100%)
 P3 = Pressione max. di punta / Max. peak pressure (6 sec. max)
 V0 = Max. continua vuota / Max. continuous speed without load
 V1 = Max. continua / Max. continuous speed
 V2 = Max. intermittente / Max. intermittent speed

PORTATA FLOW

COPPIA ASSORBITA DRIVE TORQUE

POTENZA ASSORBITA POWER INPUT

Q Portata Flow l/min	Ø interno min. tubo Min pipe diam. mm	inch	Velocità flusso Flow speed (m/s)
20	25	1"	0,68
30	32	1" 1/4	0,62
40	32		0,83
50	38	1" 1/2	0,74
60	38		0,88
70	40	1" 9/16	0,93
80	45	1" 3/4	0,84
90	45		0,94
100	50		0,85
110	50	2"	0,93
120	60		0,71
130	60		0,77
140	60	2" 3/8	0,83
150	60		0,88
160	63		0,86
170	63	2" 1/2	0,91
180	63		0,96

Per garantire corrette condizioni di aspirazione la velocità del flusso non deve superare 1 m/sec.
 To ensure the proper suction pipe size the flow speed should not exceed 1m/sec.

POMPA SINISTRA LEFT PORT / POMPA DESTRA RIGHT PORT

MOMENTO PESO / MASS MOMENT
 $M_{max} = z \cdot G \text{ (Nm)}$
G = Peso in N (Peso in Kg = 9,81) / Weight in N (Weight in Kg = 9,81)
z = 113,3mm

Kit guarnizioni / Seal Kit
108-903-47648

COMPANY WITH QUALITY SYSTEM CERTIFIED BY DNV = ISO 9001 =

pag. 40
O.M.F.B. S.p.A. Hydraulic Components
Via Carlo V, 20/10 Perugia (Umbria) Italy Tel. +39.075.4162077
Fax +39.075.4162077 Web: www.omfb.it Email: info@omfb.it

Codice tecnico: 997-405-10010
 Data: Revisione 20 giugno 2012
 Rev: 02

**POMPE A PISTONI
AD ASSE INCLINATO
BENT AXIS PISTON PUMPS**

CODICE FAMIGLIA
FAMILY CODE

**108-015
108-016
108-907**

**"HDS" 40-47-55-64
"MDS" 80**

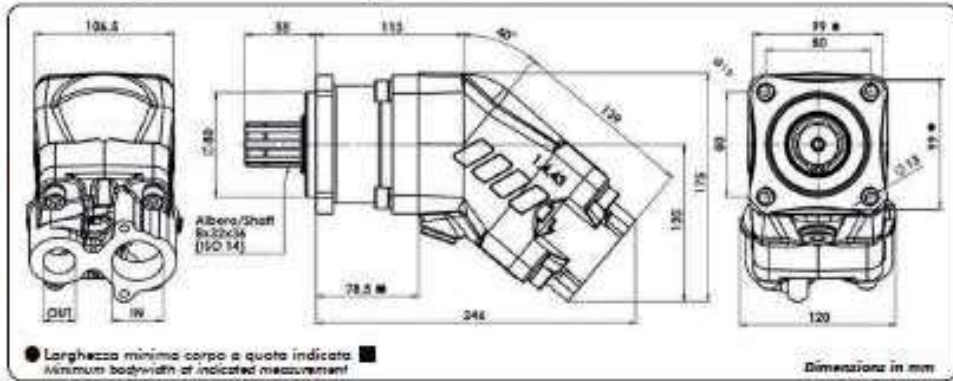


Fluido idraulico Fluid	Minerale o sintetico compatibile con guarnizioni: Mineral or synthetic compatible with the following seals: PCN, PPA, HNBR				
Viscosità cinematica consigliata Kinematic viscosity suggested	T medio ambiente [°C] Ambient temperature [°C]	< -10	-10+10	10+35	> 35
	VG (cSt ± mm²/s)	16	22	32	46
Viscosità cinematica ottimale di esercizio Optimal kinematic viscosity		VG ± 10 cSt + 100 cSt			
Viscosità cinematica max consentita all'avviamento Max kinematic viscosity suggested at the start-up		VG ± 750 cSt			
Indice di viscosità consigliata Viscosity index suggested	VI > 100	Temperatura di esercizio Working temperature			
Grado di filtrazione Oil filtering		> 200 bar: 10 µm < 200 bar: 25 µm			
Pres. di aspirazione Inlet pressure		0,85 ± 2 bar absolute/absolute			
Senso di rotazione Pump rotation		Unidirezionale (Dx o Sx) Unidirectional (Right or Left)			

Verificare che la pompa sia posizionata almeno 100 mm sotto il livello minimo del serbatoio olio. Prima di avviare la pompa effettuare spurgo olio.
Verify that pump is at least 100 mm under the minimum level of the tank. Before starting the pump bleed the air.

L.0808 108/015/016/017/018/019/020/021/022

L.0808 108/015/016/017/018/019/020/021/022



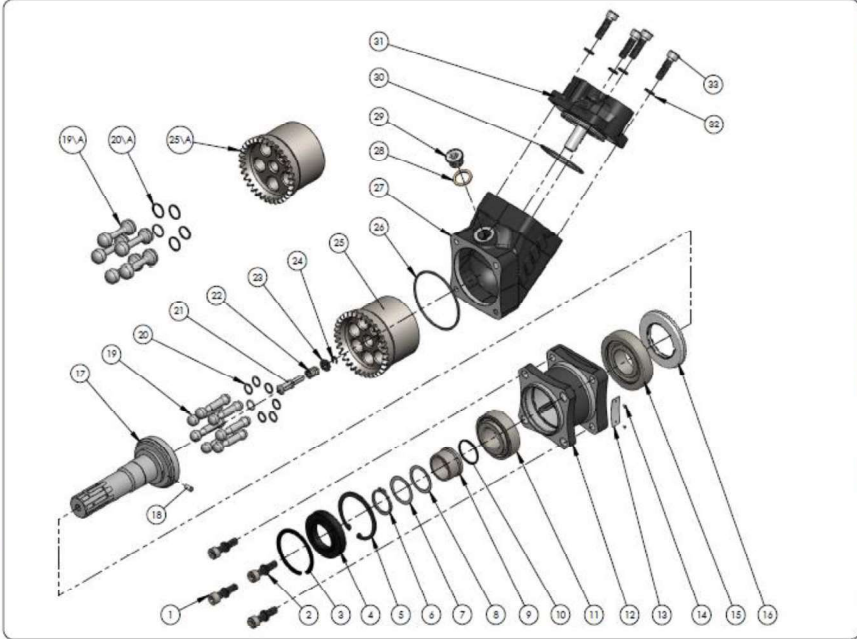
L.0808 108/015/016/017/018/019/020/021/022

Tipo pompa Pump type	Rotazione Rotation		IN	OUT	IN	OUT
	Destra Right	Sinistra Left				
HDS-40	108-015-04037	108-015-04046	ISO 228	ISO 228	SAE 20	SAE 12
	108-907-00407	108-907-00416	G 1 1/4"	G 3/4"	1 5/8-12	1 1/8-12
HDS-47	108-015-04733	108-015-04742	G 1 1/4"	G 3/4"		
	108-907-00470	108-907-00489			1 5/8-12	1 1/8-12
HDS-55	108-015-05536	108-015-05545	G 1 1/4"	G 3/4"		
	108-907-00550	108-907-00569			1 5/8-12	1 1/8-12
HDS-64	108-015-06035	108-015-06044	G 1 1/4"	G 3/4"		
	108-907-00649	108-907-00658			1 5/8-12	1 1/8-12
MDS-80	108-016-00807	108-016-00816	G 1 1/4"	G 3/4"		
	108-907-00809	108-907-00818			1 5/8-12	1 1/8-12



pag. 37
O.M.F.B. S.p.A. Hydraulic Components
We reserve the right to make any changes without notice.
Tous droits réservés. Toute modification est autorisée.
The name, title, design or other marks of the manufacturer are permitted.
Tel. +39 02 90 90 111 Fax +39 02 90 90 111

COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001 =



COMPANY WITH QUALITY SYSTEM CERTIFIED BY DIN ISO 9001

Q.M.F.B. S.p.A. Hydraulic Components
 Via C.so, 27 22021 Pignone (Como) Italy - Tel. +39 031 261201
 Fax +39 031 261202 - Email: info@qmf.it

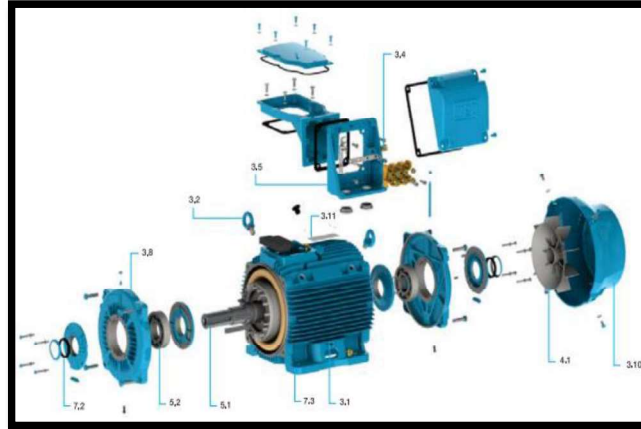
pag. 88

QMF B
 HYDRAULIC COMPONENTS

Fuente: (Components)

D. Especificaciones técnicas Motor:

Figura D. 1 Despiece motor eléctrico



Fuente: (WEG)

Figura D. 2 Catalogo Motor Weg IE2

Potencia		Carcasa	Full Load Torque (kgm)	Corriente con rotor trabajado I _v /I _n	Par con rotor trabajado T _v /T _n	Break-down Torque T _b /T _n	Momento de Inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabajado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	400 V						
								Caliente	Frio				% de la potencia nominal			Factor de potencia			Corriente nominal I _n (A)
kW	HP												50	75	100	50	75	100	
8 Poles																			
0.12	0.16	63	0.042	4.8	3.0	2.9	0.0001	37	81	7.0	52	2790	53.0	60.0	60.7	0.53	0.66	0.75	0.380
0.18	0.25	63	0.063	5.3	2.3	2.4	0.0001	15	33	8.7	52	2790	57.0	62.0	64.0	0.57	0.70	0.79	0.510
0.25	0.33	63	0.088	5.0	2.2	2.2	0.0002	11	24	8.3	52	2770	58.0	63.0	65.0	0.57	0.70	0.80	0.690
0.37	0.5	71	0.127	5.8	2.5	2.6	0.0004	12	26	10.5	56	2830	68.0	70.0	71.0	0.60	0.75	0.84	0.895
0.55	0.75	71	0.193	5.8	2.4	2.4	0.0005	9	20	11.2	56	2780	70.0	72.0	74.1	0.68	0.82	0.88	1.22
0.75	1	80	0.261	6.5	2.8	2.8	0.0008	14	31	14.5	59	2800	76.0	78.5	79.5	0.67	0.80	0.86	1.58
1.1	1.5	80	0.383	6.5	2.8	2.8	0.0009	10	22	16.0	59	2800	78.0	80.0	80.0	0.67	0.79	0.85	2.33
2.2	3	94L	0.735	6.6	3	3	0.0022	9	20	25.0	64	2940	83.0	83.6	83.6	0.63	0.76	0.83	4.58
3	4	100L	1.01	8.0	2.4	2.8	0.0064	7	15	35.5	67	2880	84.0	85.0	85.0	0.70	0.81	0.86	5.92
4	5.5	112M	1.35	7.0	2	2.8	0.0088	10	22	43.5	64	2880	86.0	86.0	86.0	0.73	0.83	0.88	7.63
5.5	7.5	132S	1.84	6.8	2.2	3	0.0197	17	37	68.0	68	2910	86.5	86.0	86.0	0.68	0.79	0.85	10.6
7.5	10	132S	2.51	6.8	2.2	2.9	0.0251	13	29	73.0	68	2910	88.0	88.5	88.5	0.72	0.82	0.87	14.1
9.2	12.5	132M	3.07	7.8	2.5	3.2	0.0234	10	22	78.0	68	2915	88.5	89.0	89.0	0.70	0.81	0.86	17.3
11	15	160M	3.65	7.0	2.3	3	0.0446	13	29	120	67	2935	90.0	90.6	90.5	0.71	0.82	0.86	20.4
15	20	160M	4.99	7.0	2.3	3	0.0517	9	20	130	67	2930	91.0	91.2	91.5	0.71	0.81	0.86	27.6
18.5	25	160L	6.13	7.4	2.4	3.1	0.0625	8	18	142	67	2940	91.3	92.0	92.0	0.70	0.80	0.86	33.7
22	30	180M	7.28	7.3	2.2	3	0.0975	9	20	164	67	2945	92.0	92.4	92.2	0.76	0.84	0.88	30.1
30	40	200L	9.89	6.5	2.4	2.7	0.1703	17	37	245	72	2955	92.5	93.0	92.9	0.75	0.83	0.87	33.6
37	50	200L	12.2	6.8	2.4	2.6	0.1590	16	35	270	72	2950	93.0	93.4	93.3	0.76	0.84	0.87	65.6
45	60	225SM	14.8	7.0	2.2	2.8	0.2490	12	26	415	75	2960	93.3	93.6	93.6	0.79	0.86	0.89	78.0
55	75	290SM	18.1	7.0	2.2	2.8	0.3736	14	31	502	75	2960	93.6	93.9	93.9	0.79	0.86	0.89	95.0
75	100	280SM	24.6	7.0	2	2.8	0.5841	28	62	710	77	2975	93.4	94.3	94.3	0.79	0.86	0.88	130
90	125	280SM	29.5	7.5	2	2.8	0.9386	25	55	745	77	2975	94.0	94.6	94.6	0.73	0.86	0.88	156
110	150	315SM	36.0	7.3	2	2.9	1.67	24	53	1000	77	2980	94.3	94.9	94.9	0.79	0.86	0.89	188
132	180	315SM	43.1	7.3	2	2.9	1.96	21	46	1050	77	2980	94.5	95.1	95.1	0.80	0.87	0.90	223
132	180	315SM	43.1	7.3	2	2.9	1.96	21	46	1050	77	2980	94.5	95.1	95.1	0.80	0.87	0.90	223
150	200	315SM	49.0	7.5	2.2	2.8	1.96	23	51	1150	77	2980	94.2	94.8	94.8	0.78	0.85	0.89	257
160	220	315SM	52.3	7.5	2.2	2.9	2.24	23	51	1190	77	2980	94.8	95.3	95.3	0.80	0.87	0.90	269
185	250	315SM	60.5	7.8	2.2	3.1	2.46	16	35	1250	77	2980	94.9	95.5	95.4	0.80	0.86	0.89	314
200	270	315L	65.4	7.5	2.3	2.8	3.58	21	46	1300	78	2980	95.0	95.5	95.4	0.82	0.88	0.90	338
220	300	315L	71.9	7.8	2.4	2.8	2.98	14	31	1350	78	2980	95.0	95.5	95.5	0.81	0.87	0.90	369
250	340	315L	81.7	7.8	2.4	2.8	3.42	17	37	1450	78	2980	95.1	95.6	95.5	0.84	0.89	0.91	415
280	350	355MAL	84.8	7.9	2.2	2.8	4.85	20	44	1550	80	2985	95.0	95.5	95.8	0.86	0.89	0.91	430
280	380	355MAL	91.5	7.7	1.9	2.6	5.06	17	37	1870	80	2980	95.2	95.6	95.6	0.86	0.89	0.91	465
300	400	355MAL	97.9	8.0	2.5	2.6	5.60	23	51	1950	80	2985	95.2	95.6	95.6	0.87	0.91	0.92	492
315	430	355MAL ¹	100	7.8	2.1	2.6	5.60	23	51	2000	80	2995	95.2	95.6	95.6	0.87	0.91	0.92	517
330	450	355MAL ¹	108	7.0	2.4	2.4	6.03	20	44	2050	80	2995	95.3	95.6	95.6	0.89	0.90	0.91	554
355	480	355MAL ¹	116	7.9	2.2	2.8	6.01	14	31	2050	80	2985	95.3	95.6	95.6	0.87	0.90	0.91	589
370	500	355AB ²	121	7.9	2.5	2.8	6.76	40	88	2250	83	2985	95.6	95.9	96.2	0.85	0.89	0.90	617
400	550	355AB ²	131	6.5	2.4	2.8	6.76	31	68	2400	83	2985	95.6	96.0	96.2	0.85	0.89	0.91	660
450	610	355AB ²	147	7.5	2.5	2.7	7.40	31	68	2500	83	2985	95.0	95.5	95.7	0.85	0.90	0.91	746
450	610	355AB ²	147	7.5	2.5	2.7	7.40	31	68	2500	83	2985	95.6	96.0	96.4	0.85	0.90	0.91	740

Fuente: (WEG)

E. Tuberías, Racores y Válvulas:

Figura E. 1 Especificaciones de Tuberías, Racores y Válvulas

D9 - Tubería paralela BSP macho - Rígida - Recta (Cono de 60°)



Referencia	Diámetro interno de manguera				Rosca BSPP
	DN	pulgada	módulos	mm	
1D970-8-8	12	1/2	-08	12.7	1/2x14
1D970-12-12	20	3/4	-12	19.1	3/4x14
1D970-16-16	25	1	-16	25.4	1x11

CE - Hembra métrica 24° - Serie ligera con junta tórica - Giratoria - Codo 45°



61 Parker Direct Link

Referencia	Diámetro interno de manguera				Tubo Diámetro externo mm	Rosca Métrico
	DN	pulgada	módulos	mm		
1CE48-6-4	6	1/4	-04	6.3	6	M12x1.5
1CE48-8-4	6	1/4	-04	6.3	8	M14x1.5
1CE48-10-4	6	1/4	-04	6.3	10	M16x1.5
1CE48-8-5	8	5/16	-05	7.9	8	M14x1.5
1CE48-10-5	8	5/16	-05	7.9	10	M16x1.5
1CE48-12-5	8	5/16	-05	7.9	12	M18x1.5
1CE48-10-6	10	3/8	-06	9.5	10	M16x1.5
1CE48-12-6	10	3/8	-06	9.5	12	M18x1.5
1CE48-15-6	10	3/8	-06	9.5	15	M22x1.5
1CE48-12-8	12	1/2	-08	12.7	12	M18x1.5
1CE48-15-8	12	1/2	-08	12.7	15	M22x1.5
1CE48-18-10	16	5/8	-10	15.9	18	M26x1.5
1CE48-22-12	20	3/4	-12	19.1	22	M30x2
1CE48-28-12	20	3/4	-12	19.1	28	M36x2
1CE48-28-16	25	1	-16	25.4	28	M36x2
1CE48-35-20	32	1 1/4	-20	31.8	35	M45x2
1CE48-42-24	40	1 1/2	-24	38.1	42	M52x2

Los racores de manguera se suministran con una junta tórica de nitrilo resistente al ozono (NBR) en su versión estándar. Temperatura de funcionamiento entre -30°C y +105°C. Racores de manguera con junta tórica especial (Viton™ o EPDM) disponibles bajo pedido.

301SN - Manguera No-Skive - EN 853 2SN / ISO 1436 Tipo 2



61 Parker Direct Link

Referencia	Diámetro interno de manguera				Diámetro externo mm	Presión de trabajo		Radio de curvatura mm
	DN	pulgada	módulos	mm		psi	Mpa	
301SN-4	6	1/4	-04	6.3	15.0	5800	40.0	100
301SN-5	8	5/16	-05	7.9	16.6	5075	35.0	115
301SN-6	10	3/8	-06	9.5	19.0	4775	33.0	130
301SN-8	12	1/2	-08	12.7	22.2	4000	27.5	180
301SN-10	16	5/8	-10	15.9	25.4	3600	25.0	200
301SN-12	20	3/4	-12	19.1	29.3	3100	21.5	240
301SN-16	25	1	-16	25.4	38.1	2400	16.5	300
301SN-20	32	1 1/4	-20	31.8	47.5	1800	12.5	420
301SN-24	40	1 1/2	-24	38.1	55.0	1300	9.0	500
301SN-32	50	2	-32	50.8	67.0	1150	8.0	630

La combinación de temperaturas elevadas y presión alta puede reducir la vida útil de la manguera.

D1VW - Válvula de corredera - Operado electricamente



Referencia	Posición			Dirección
	A	0	B	
D1VW001CNJW	P-B, A-T	Todo cerrado	P-A, B-T	4/3 vías
D1VW002CNJW	P-B, A-T	P-A-B-T	P-A, B-T	4/3 vías
D1VW004CNJW	P-B, A-T	A-B-T	P-A, B-T	4/3 vías
D1VW008CNJW	P-A, B-T	P-T	P-B, A-T	4/3 vías
D1VW020BNJW	P-B, A-T		P-A, B-T	4/2 vías
D1VW020DNJW	P-B, A-T		P-A, B-T	4/2 vías con enclavamiento

Fuente: (Parker)

F. Extracto de la Norma para análisis de Estático Computacional.

Figura F. 1 Extracto de Normas Aplicables a estructuras

Artículo 4.- DISPOSITIVOS DE SERVICIO Y EQUIPOS

Se considerará el peso de todos los dispositivos de servicio de la edificación, incluyendo las tuberías, ductos, equipos de calefacción y aire acondicionado, instalaciones eléctricas, ascensores, maquinaria para ascensores y otros dispositivos fijos similares. El peso de todo este material se incluirá en la carga muerta.

El peso de los equipos con los que se amueble una zona dada, será considerado como carga viva.

La resistencia requerida de la estructura y sus elementos debe ser determinada para la adecuada combinación crítica de cargas factorizadas. El efecto crítico puede ocurrir cuando una o más cargas no estén actuando. Para la aplicación del método LRFD, las siguientes combinaciones deben ser investigadas:

$$1,4D \quad (1.4 -1)$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (1.4 -2)$$

$$1,2D + 1,6(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) + (0,5L \text{ ó } 0,8W) \quad (1.4 -3)$$

$$1,2D + 1,3W + 0,5L + 0,5(L_r \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (1.4 -4)$$

$$1,2D \pm 1,0E + 0,5L + 0,2S \quad (1.4 -5)$$

$$0,9D \pm (1,3W \text{ ó } 1,0E) \quad (1.4 -6)$$

Fuente: (R.N.E.)

G. Extracto de la norma ASIC Deformaciones:

Figura G. 1 Extracto de la Norma AISC 360

Commentary:

The erection tolerances defined in this Section have been developed through long-standing usage as practical criteria for the erection of Structural Steel. Erection tolerances were first defined in the 1924 edition of this Code in Section 7(f), "Plumbing Up." With the changes that took place in the types and use of materials in building construction after World War II, and the increasing demand by Architects and Owners for more specific tolerances, AISC adopted new standards for erection tolerances in Section 7(h) of the March 15, 1959 edition of this Code. Experience has proven that those tolerances can be economically obtained.

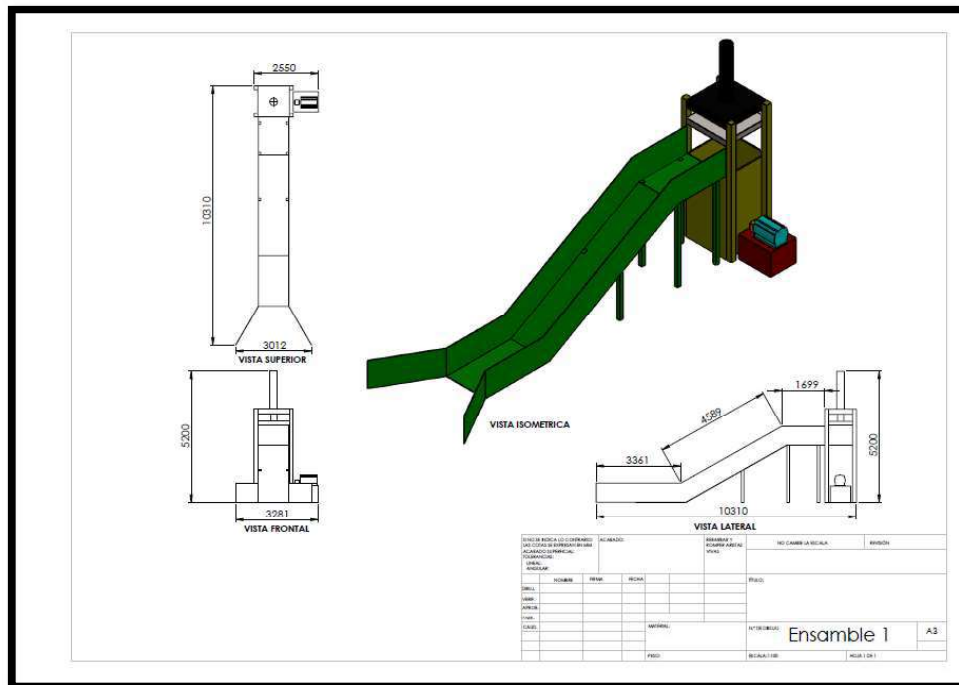
Differential column shortening may be a consideration in design and construction. In some cases, it may occur due to variability in the accumulation of dead load among different columns (see Figure C-7.1). In other cases, it may be characteristic of the structural system that is employed in the design. Consideration of the effects of differential column shortening may be very important, such as when the slab thickness is reduced, when electrical and other similar fittings mounted on the Structural Steel are intended to be flush with the finished floor and when there is little clearance between bottoms of beams and the tops of door frames or ductwork.

Expansion and contraction in a Structural Steel frame may also be a consideration in the design and construction. Steel will expand or contract approximately 1/8 in. per 100 ft for each change of 15°F [2 mm per 10 000 mm for each change of 15°C] in temperature. This change in length can be assumed to act about the center of rigidity. When anchored to their foundations, end columns will be plumb only when the steel is at normal temperature (see Figure C-7.2). It is therefore necessary to correct field measurements of offsets to the structure from established baselines for the expansion or contraction of the exposed Structural Steel frame. For example, a 200-ft-long [60 000-m-long] building that is plumbed up at 100°F [38°C] should have working points at the tops of the end columns positioned 1/2 in. [14 mm] further apart than the working points at the corresponding bases in order for the columns to be plumb at 70°F [21°C]. Differential temperature effects on column length should also be taken into account in plumbing surveys when tall Structural Steel frames are subjected to sun exposure on one side.

The alignment of lintels, spandrels, wall supports and similar members that are used to connect other building construction units to the Structural Steel frame should have an adjustment of sufficient magnitude to allow for the accumulation of mill tolerances and fabrication tolerances, as well as the erection tolerances. See Figure C-7.3.

H. Plano general de Ingeniería básica de la Prensa Hidráulica

Figura H. 1 Plano general de la Prensa Hidráulica.



Fuente: Elaboración propia