



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

“Diseño de un sistema compactador de heno de Alfalfa para obtener 8
Pacas/hora de 50x50x110cm”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO

MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

Boris Rodney Calderón Vela

ASESOR ESPECIALISTA:

Mg. Ing. Luis Julca Verástegui

ASESOR METODOLÓGICO:

Mg. Ing. Jorge Luján López

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos.

TRUJILLO –PERÚ

2018

PÁGINA DEL JURADO

DISEÑO DE UN SISTEMA COMPACTADOR DE HENO DE ALFALFA PARA
OBTENER 8 PACAS /HORA DE 50X50X110CM

Calderón Vela Boris Rodney
Autor

Presentada a la Escuela de Ingeniería mecánica Eléctrica de la Universidad
Cesar Vallejo de Trujillo para su aprobación

Ing. Mg Luis Julca Verástegui
Secretario

Dr. Jorge Eduardo Lujan López
Vocal

Dr. Jorge Antonio Inciso Vásquez
Presidente

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a dios, quien está siempre conmigo haciéndome recapacitar con luz de sabiduría y humildad por este camino de la vida.

A mis amadas hijas Rita, Victoria y Claudia por su amor incondicional que son la Razón principal de mi superación para poder transmitirles lo mejor de mis conocimientos.

A mis padres Ruperto y Otilia por forjarme siempre un espíritu de superación. A mis hermanos por darme sus experiencias y aprender de ellas. A mi hermana Rita por contar siempre con su apoyo infinito. A la vida por darme siempre sorpresas que me fortalecen.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios porque nunca me faltó fuerza espiritual en los momentos difíciles.

A mis hijas por su obediencia y comprensión de no poder contar conmigo los fines de semana.

A mis padres, hermanos y sobrinos porque son lo mejor que tengo.

A los Docentes de la Universidad Cesar Vallejo por darme sus conocimientos con la mayor voluntad, paciencia y sinceridad.

A mis amigos porque de ellos aprendo cada día.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Calderón Vela, Boris Rodney, con DNI N° 05380685, en cumplimiento de las disposiciones consideradas en el reglamento de grados y títulos de la universidad César Vallejo, facultad de Ingeniería. Escuela de ingeniería Mecánica Eléctrica, juro que todos documentos presentes en este estudio son veraces y auténticos, así como la información que lo acompaña.

Asumo la responsabilidad que corresponda ante la ley, de cualquier dolo y me someto a las estipulaciones de sus Reglamentaciones académicas de la universidad César Vallejo.

Trujillo, julio del 2018

BORIS RODNEY CALDERON VELA
DNI. 05380685

PRESENTACION:**SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:**

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "Diseño de un sistema compactador de heno de alfalfa para obtener 8pacas/hora de 50x50x110 cm". La cual consta de ocho capítulos, planteándose la solución a una necesidad de superar el número de conformado de pacas de heno, explicándolo a través de la realidad problemática, para luego evaluar soluciones por medio de la revisión del estado de tecnología y de las características del material a compactar, llegando a una solución óptima, teniendo como resultado un sistema compactador hidráulico cuya fuerza nominal es de 27 Ton, con una carrera de vástago de un metro y reduciendo el tiempo de compactado a treinta segundos, el presente estudio contiene también su factibilidad económica y la respectiva simulación determinando un factor de seguridad de 1.39. Dicho estudio someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

BORIS RODNEYCALDERON VELA

ÍNDICE

Página de jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación	vi
Índice.....	vii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. Introducción.....	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Trabajos previos.....	3
1.3 Teorías relacionadas al tema	4
1.4 Formulación del problema	21
1.5 Justificación.....	21
Relevancia tecnológica	21
Relevancia social	21
Relevancia económica	21
Relevancia ambiental.....	21
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivos generales.....	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
II. Marco metodológico	
2.1. Diseño de investigación.....	24
2.2. Variables de operación.....	24
2.2.1. Variables independientes.....	24
2.2.2. Variables dependientes.....	24
2.3. Metodología.....	24
2.3. Población y muestra	24
2.4. Técnicas de recolección de datos	24
2.5. Método de análisis de datos.....	25
2.6. Aspectos éticos	27

III. Resultados	
3.1 Características del heno de alfalfa	29
3.2 Estado de la tecnología	30
3.3 Parámetros del diseño.....	30
3.4 Alternativas del diseño.....	32
3.5 Determinación del concepto optimo.....	39
3.6 Cálculos generales.....	43
IV. Discusión	90
V. Conclusiones	93
VI. Recomendaciones	94
VII. Referencias bibliográfias.....	95
Anexos	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características alimenticias del heno de alfalfa.....	5
Tabla 2 Características físicas de la prensa actual	30
Tabla 3 Características del sistema compactador.....	31
Tabla 4 Matriz morfológica	34
Tabla 5 Conceptos solución	35
Tabla 6 Evaluación de criterios	41
Tabla 7 Matriz de selección.....	42
Tabla 8 Lista de materiales	88
Tabla 9 Ingreso anual aproximado	88
Tabla10 Flujo de tabla en tres periodos	89
Tabla11 Resultados van y tir.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Paca de heno	7
Figura 2	Empacadora Manual	8
Figura 3	Empacadora con cadenas y catalinas.....	10
Figura 4	Diagrama de funcionamiento de biela manivela.....	11
Figura 5	Prensa Hidráulica.....	12
Figura 6	Prensa neumática	14
Figura 7	Flexión en columnas (pandeo)	17
Figura 8	Diagrama de flujo del proyecto.....	26
Figura 9	Caja negra.....	32
Figura 10	Diagrama de funciones en bloques	33
Figura 11	Boceto Alternativa 1	36
Figura 12	Boceto Alternativa 2	38
Figura 13	Boceto de alternativa 3.....	39
Figura 14	Volumen de la paca	43
Figura 15	Área de la platina de compactado	43
Figura 16	Volumen inicial del heno	44
Figura 17	Volumen final del heno.....	44
Figura 18	Fijación del actuador	50
Figura 19	Esquema de soportes	53
Figura 20	Distancia de soportes.....	54
Figura 21	Área de contacto del soporte.....	55
Figura 22	Soporte posterior con medidas.....	57
Figura 23	Espesor de soporte	59
Figura 24	Diagrama de cordón de soldadura	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Ubicación del cilindro en catálogo STS.....	98
Anexo B Plano cilindro hidráulico	99
Anexo C Características de la platina	100
Anexo D Fijaciones para el cilindro	101
Anexo E Tablas de esfuerzos según tipo de soldadura	102
Anexo F Norma técnica E-90	103
Anexo G Cargas permisibles min. De soldadura a filete	104
Anexo H Resistencias min. Ala tensión y a la fluencia	105
Anexo I Matriz de consistencia	106
Anexo J Bomba hidráulica	108
Anexo K Plano del Sistema compactador	109

RESUMEN

En el estudio de tesis titulado "Diseño de un sistema compactador de heno de alfalfa para obtener 8 pacas/hora de 50x50x110cm". Se diseñaron los elementos que componen un sistema compactador de heno de alfalfa desde el estudio de las fuerzas aplicadas hasta la ubicación de los elementos secundarios, incluyendo el material de su bastidor con el objeto de lograr producir 8 pacas por hora.

El diseño del sistema compactador se realizó mediante la metodología de diseño generalizado, los datos del tiempo para la elaboración de pacas se determinaron mediante la observación del uso de las máquinas compactadoras que se utilizan para este tipo de trabajo, se indicaron diferentes soluciones para la compactación de heno de alfalfa, enfocándonos en la manera actual de cómo se realiza esta actividad y a través de técnicas de evaluación de criterios técnicos se determinó la solución más adecuada.

En el análisis del soporte del cilindro hidráulico aplicamos la norma nacional E-90, mediante aplicación de fuerzas y características del material determinamos las medidas del sistema compactador además de la teoría de diseño mecánico, determinando usar una plancha de 1/4de pulgada de espesor.

Se realizó una aplicación particular del solidworks sobre la estructura del sistema compactador, sometidos a los esfuerzos generados por la aplicación de la presión del cilindro hidráulico incluyendo a las cargas estáticas en cada elemento.

Se determinó colocar un actuador de 27tn de fuerza nominal con un vástago de 1m. Trabajando a una presión 175bar con una unidad hidráulica de 7.62 lit. /min. Marca Larzep modelo HAG254. Este sistema funcionará con un motor de 3.5Hp. El actuador genera una fuerza de 269KN, mayor a la fuerza de compactado necesaria, que es de 67.4kn. Se hace un análisis de costo de la construcción e implementación del sistema compactador llegando a valorarse en 28000 soles.

Palabras clave: Heno, compactador, tiempo, hidráulico.

ABSTRACT

In the present work of thesis entitled "Design of a hay compactor system of alfalfa to obtain 8pacas / hour of 50x50x110cm". The elements that make up an alfalfa hay compactor system were designed from the structure that supports it until the choice of the auxiliary components, in order to perform the compaction operation and increase the productivity in forming hay bales of alfalfa.

The design of the hay compactor system of alfalfa was given by means of the generalized design methodology, the data for the elaboration were determined by observing the use of the compaction machines that are used for this work, alternative solutions were established for the compaction of Alfalfa hay based on the state of the technology and by qualitative technical analysis of each of the solutions and an optimal solution was determined.

For the analytical calculation we use the E-90 standard and by criteria of the load factor and resistance method we dimension elements of the compactor system to the rest of the mechanical design theory.

The structure of the compactor system was simulated in solidworks software, subject to the reactions caused by the hydraulic actuator's pushing force as the static charges in each element.

It was concluded to use a hydraulic cylinder of 27tn of nominal force with a stem of 1m. Working at a pressure 175bar with a hydraulic unit of 7.62 lit./min. Larzep brand model HAG254. This system will work with a 3.5Hp motor. The actuator generates a force of 269KN, greater than the necessary compaction force, which is 67.4kn. A cost analysis of the construction and implementation of the compactor system is made, amounting to 28,000 soles.

Keywords: Hay, compactor, weather, hydraulic

I

Introducción

1.1 Realidad problemática

La agricultura es la principal actividad del medio rural y su desempeño influye en las condiciones de la vida de su población, si bien existe un sector exportador prospero, no sucede lo mismo con los medianos productores que realizan una agricultura de auto consumo y que está destinada al mercado interno.

La alfalfa es uno de estos productos, de la cual tienen un ingreso económico cada 40-45 días, convirtiéndose ésta actividad como una fuente de ingreso fija para el sustento familiar. La alfalfa para poder ser vendida pasa por una etapa de deshidratación, lo que hace que se convierta en un producto voluminoso, que, para trasportarse y conservarse, necesita de ser empacada.

El problema recae justamente en la manera tradicional con que realizan este proceso de comprimir el heno de alfalfa, porque lo realizan con empaquetadoras, las cuales por su naturaleza son herramientas lentas y de baja producción. Estas herramientas son manipuladas con un mínimo de tres operadores, se necesita mucho esfuerzo humano para realizar la operación de compactado, que no supera las 6 pacas/hora en promedio, pues tienen que accionar dos palancas en forma coordinada para que la plataforma inferior suba lentamente, aplicando cada vez más fuerza a dichas palancas mientras se llega a la medida de presión y tamaño adecuada de la paca.

Debido al esfuerzo, tiempo de trabajo y el número de pacas por hora de producción de dichas máquinas, que es el problema de ésta actividad, nace la presente tesis planteando el diseño de un sistema compresor de heno de alfalfa con la finalidad de incrementar el número de conformado de pacas y aliviar el trabajo del empacado de heno para que el agricultor realice su actividad de manera segura y sin mucho esfuerzo, tratando de crear una forma armoniosa de realizar sus actividades.

1.2 Trabajos Previos

Muñoz & Reyes (2011) quienes en su tesis titulada “Calculo y Diseño de una Prensa tipo C con Capacidad de 20 toneladas” realizada para optar el título de Ingenieros Mecánicos en el Instituto Politécnico Nacional de la Ciudad de México D.F. Su tesis trata del diseño de una prensa hidráulica tipo yugo con capacidad de 20tn. Donde se demuestra con los cálculos aplicados, que esta apta para soportar las condiciones de trabajo de acuerdo a las exigencias planteadas, llegando a las siguientes conclusiones. Con la ayuda del catálogo vicker y el dato de 20 ton, encuentra que la presión del cilindro debe ser 140 bar. Llegando a los siguientes resultados: Presión=2023psi, Largo del vástago=9.13pul =23.2cm, $V_c=173.57\text{pul}^3$, caudal $Q=9.012\text{gpm}=5.68\times 10^{-4}\text{m}^3/\text{seg}=0.56\text{lit}/\text{seg}$, $D_c=125\text{mm}$, $V=2.89\text{m}/\text{seg}$. del fluido en la tubería, $P=15\text{hp}$ de la bomba, $D=1/2\text{pul}$ de la tubería.

Gil Gustavo (2013), realizó una investigación titulada “Diseño e Implementación de un Prototipo a Escala para el Ensilado de Forrajes” como parte de su aporte a la ingeniería mecánica en la Universidad Militar de Nueva Granada. Ciudad de Bogotá, Colombia. En su estudio enfrenta el problema de dificultades del enfardado por el costo elevado de las maquinarias para este proceso y por la topografía de los terrenos, para solucionar el problema se planteó el objetivo de diseñar un sistema escala para optimizar el proceso de empacado, analizando la forma tradicional y artesanal de ensilado y enfardado, para luego plantear soluciones que optimicen el proceso. Simuló las soluciones para descartar fallas en el proceso de compresión, para pacas de 5kg y bolsas de silo de 45 kg. Llegando a las siguientes conclusiones. Aplica el despliegue de la función calidad (QDF), por medio de esta herramienta se pretende transformar las necesidades del cliente o del usuario en problemas de ingeniería basados en la calidad del diseño y así implementar las funciones que aportan más calidad al desarrollo del proyecto. Los análisis del sistema referente a las estructuras los realiza a través de la simulación con solidworks. Obtuvo los siguientes resultados: $D_c=32\text{m.m}$, $P_H=80\text{ psi}$... (dato de revista facultad nacional de agronomía, Medellín), $A=8.0424\times 10^{-4}\text{m}^2$, $F=443.60\text{ new}$.

Apolinario (2015), en el ámbito nacional realizó su tesis titulada “diseño de una prensa hidráulica de 100 toneladas para el conformado de calaminas de fibro cemento de 1.2x0.5m. Realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Se determinó lo siguiente, capacidad de 100 toneladas; con una fuerza de 980kn, longitud del vástago de 550 mm y un diámetro de 160 mm, con un embolo de 250m.m. La bomba hidráulica con una presión de 220 bar nominal y 50 l/min. de caudal máximo, motor eléctrico que opera a 15 KW (20 HP) y 1750 rpm, la v_p (velocidad de desplazamiento de la bomba) es de 14.29cm³/Rev.

Dando un análisis de costo de 70000 nuevos soles.

Según el diseño aplicado cumple con el objetivo de la norma ISO-9933, como antesala de producción en serie de las calaminas.

Es importante tener en cuenta que todo proceso de soldadura se genera deformaciones que pueden ser mínimas, hay algunas técnicas para minimizar estos efectos como arriostrar las piezas antes del soldeo.

Nos da un análisis completo para seleccionar el cilindro hidráulico, poniendo en práctica los conocimientos alcanzados en la carrera.

Realiza los cálculos necesarios para encontrar las reacciones del material al aplicar la carga para el prensado, recomendando el material a utilizar.

El análisis de la estructura lo realiza utilizando el método de Cross.

1.3 Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1 Características del heno de alfalfa.

La alfalfa (*medicago sativa*) es una planta perteneciente a la familia de la Leguminosa. Es un cultivo forrajero pluri anual con excelente potencial productivo. Cuya duración en el campo es de 3-5 años, practicándose cortes cada 40-45 días. Con una aproximación de 8 cortes al año.

-clasificación taxonómica:

Reino –plantea

División-fabaceae

Género-medicago

Especie-sativa

El proceso de henificación convierte el producto verde y perecedero en un producto que puede ser almacenado en forma segura y transportado fácilmente. Este proceso se basa en la reducción del 70% de humedad.

Al inicio del proceso la pérdida de humedad es rápida sobretodo de las hojas, ya que las estomas se abren. “El trabajo de henificación altera el forraje con respecto al fresco u original” Éste proceso es el que lo convierte en un producto voluminoso. (Franco, Calero y Ávila, 2007, p.4)

Esta materia contiene las siguientes características.

Tabla 1

Características alimenticias del heno de alfalfa

%	Hojas	Tallos
Proteína bruta	24	10.7
Grasa bruta	3.1	1.3
Extracto no nitrogenado	45.8	37.3
Fibra bruta	16.4	44.4

Fuente manual del cultivo de alfalfa pág. 14

En nuestro medio el heno de alfalfa puede ser tentativamente apreciado y listo para el embole o emparvado ya sea por medios visual o retorciendo un manajo de forraje, se debería sentir levemente crocante y no gotear nada de gúa (se calcula por experiencia de los agricultores que tiene un aproximado del 30% de humedad), no debería tener un color blanqueado esto indicaría un exceso de deshidratación y por tanto una mala calidad. “El color característico de un buen heno es verde intenso ya que nos indica mayor cantidad de caroteno y vitamina B” (Murgia,2013, p. 22).

Es necesario tener en cuenta que esta tarea es continua desde el momento del corte, el hilado, el removido y el emparvado o embole de lo contrario el producto se deteriorará o perderá sus propiedades nutritivas, en nuestro medio la parva o bolo debe tener un aproximado 8-10 kg de heno.

1.3.1.1 Trabajos Realizados al Heno Antes de Empacar

El objetivo principal de la henificación es obtener un heno de buena calidad con un contenido de humedad de no mayor del 30% para asegurar su buena conservación mediante un adecuado método de pre secado y almacenamiento de modo que el forraje henificado conserve su valor nutritivo y digestibilidad.

1) Corte – El corte se realiza de manera manual o utilizando maquinarias segadoras. Se deja el forraje cortado en el mismo lugar para reducir la humedad mediante la acción del sol y el viento, en nuestro medio un día si es soleado o más según condiciones climatológicas, debe tener un máximo del 30% de humedad para dar el siguiente paso.

2) Hilado- Luego del corte se realiza el hilado, que viene hacer solamente, rastrillar con maquinaria o Rastrillo manual el heno segado, y ponerlo en hilas a lo largo de todo el terreno que integra el alfalfar. En nuestra zona algunos agricultores realizan esta operación el mismo día del corte, luego dejan secar el heno, evitando de esta manera la caída de las hojas, de preferencia del ápice que es la parte más nutritiva de la planta.

3) Embolado- Con el mismo rastrillo se realiza el embolado que es la acción de enrollar el hilado en bolos de aproximado 8-10kg de heno. Esta tarea también se realiza con maquinarias en este momento el heno debe tener como máximo 30% de humedad.

4) Cargado al pajar- El siguiente paso es el carguío de las parvas o bolos al pajar o era, en donde el heno espera la llegada de la prensa para su respectivo empaque para poder ser transportada o almacenada. (Murgia, 2013, p. 23)

3.1.1.2 Características de la paca de heno.

Las pacas de heno de alfalfa se elaboran de acuerdo del pedido del cliente, no está normado sus medidas, pero si se quisiera poner una medida para generalizar y poder hacer un estudio, como es nuestro caso, tomaremos la paca que se elabora y comercializa tradicionalmente. Esta paca tiene un aproximado de 50kg de heno y sus medidas son de 1.10m a 0.80m. de largo con 50cm. de ancho y 50 cm. En la figura numero 1.1 nos muestra como es una paca de alfalfa



Figura1 paca de heno (fuente propia)

1.3.2 Estado de la Tecnología.

1.3.2.1 Empacadora manual.

Esta máquina es una herramienta artesanal construida con madera o también pueden ser de metal bajo una estructura soldada, diseñada para ejercer presión sobre el heno de alfalfa a través de una palanca accionada por fuerza humana.

Consta de una palanca la cual al bajar transmite la fuerza sobre una plataforma que se desliza sobre la recámara de compresión que se encuentra alimentada con el respectivo heno a empacar. En la figura 2 se

puede observar que esta maquinaria transforma una fuerza vertical en una fuerza horizontal mucho mayor por el efecto de ley de palanca, utiliza este principio para multiplicar la fuerza de compresión. Esta fuerza multiplicada es aprovechada para presionar el heno, la entrega del fardo es por la parte posterior de la plataforma deslizante que es donde está ubicada la puerta de entrega.

Tiene la ventaja de ser una herramienta económica y de fácil construcción se observa que es adaptable a ser transportada con facilidad.

Esta máquina es usada en fincas de poca producción donde el consumo de alimento es lento.

La herramienta observada no tiene la ventaja de poder presionar 50kg con una medida de 50x50x1.10 y si lo logra sería a través de mucho esfuerzo humano.

Como desventaja podría mencionarse que tiene poca capacidad en su recamara de compresión.



Figura 2 Empacadora manual

- 1 palanca de accionamiento
- 2 aberturas para el llenado
- 3 puerta de entrega del fardo
- 4 plataforma de compresión
- 5 cámara de compactado

1.3.2.2 Empacadora Manual con Catalinas y Palancas.

Esta prensa es de fabricación artesanal, pero incluyendo ciertos elementos que se consiguen a pedido del cliente en las fundiciones como las catalinas y algunas partes fabricadas en los tornos como los pines y poleas, en la figura 3 podemos observar que el medio de transporte de energía que son las cadenas.

Su funcionamiento consiste en mover de arriba y después hacia abajo las dos palancas laterales en forma coordinada, levantando lentamente la plataforma inferior denominado piso, las cadenas que se encuentran enrolladas en las catalinas sirven como medio de transporte de fuerza y están sujetas al piso por medio de unas poleas, una vez prensado el heno se abren las puertas tanto frontal como posterior y se realiza la función del amarrado, para luego expulsar la paca por la puerta posterior.

Con este tipo de prensa se logra compactar aproximadamente 50kg de heno en una paca, a las medidas de 50x50x110 cm, pero con un esfuerzo humano considerado y mucho tiempo de trabajo.

Este tipo de herramienta es la que se observa comúnmente en los campos donde se realiza este tipo de trabajo, tiene la desventaja de que para transportarse tiene que ser desarmada, y el tiempo para hacer el ensamblado es de mucha consideración.

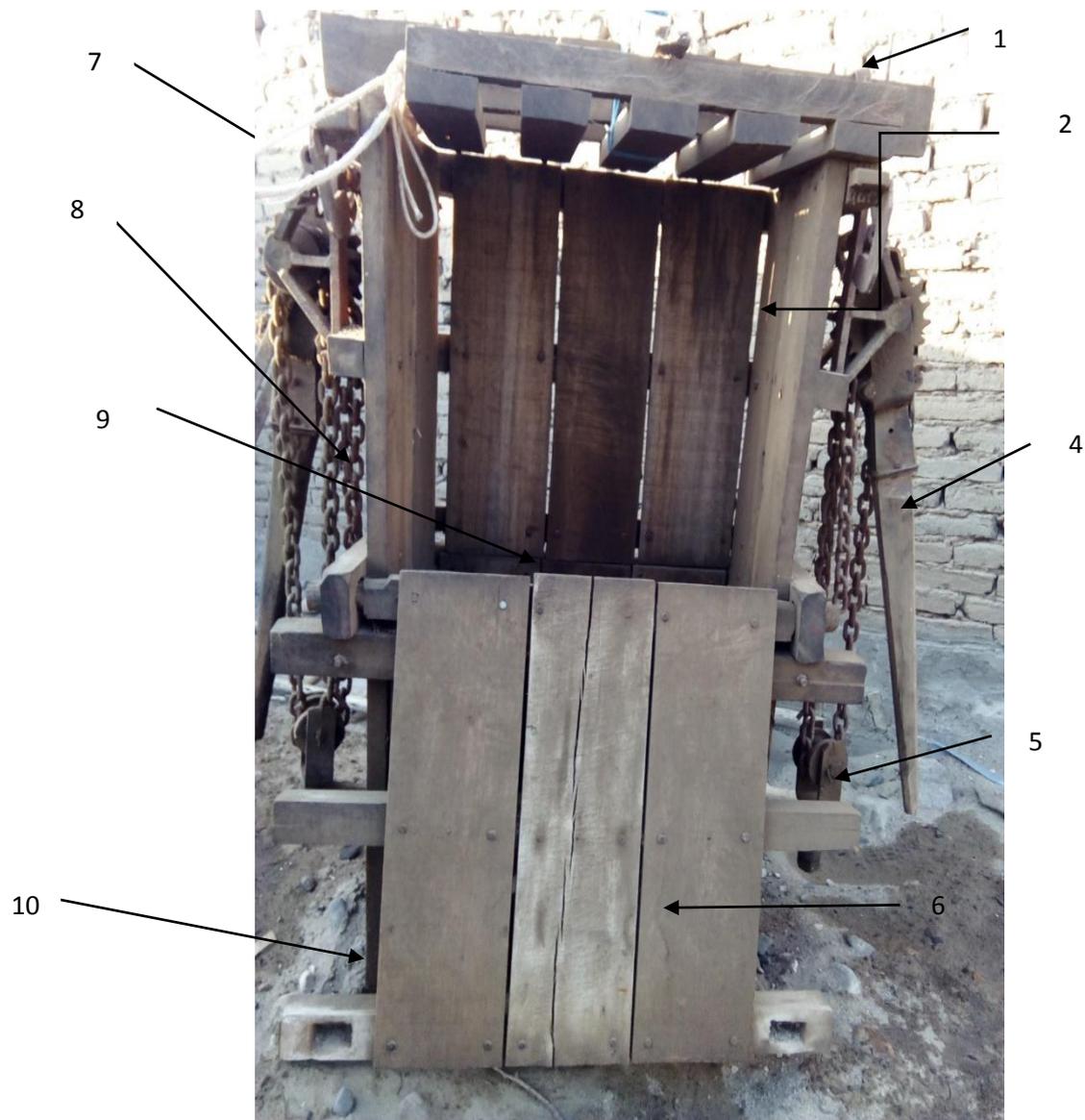


Figura 3 Empacadora con cadenas y catalinas (fuente propia)

- 1 Cielo
- 2 seguro de puerta frontal
- 3 catalina
- 4 palanca de accionamiento
- 5 polea de unión con el piso
- 6 puerta frontal
- 7 puerta trasera
- 8 cadena
- 9 recamara de compresión
- 10 piso

1.3.2.3. Prensa de Biela Manivela.

Esta prensa está constituida por un motor que acciona un embolo que se desliza por la recamara de compresión, como se observa en la figura 4, es una herramienta mecánica continua, el motor mueve la biela que se desliza por la recamara de compresión, el motor hace un movimiento circular en forma continua, aprovechando este movimiento para alimentar la recamara con el heno cuando la maquina se encuentra en el tránsito de regreso del embolo. Esta prensa convierte el movimiento circular en un movimiento alternativo o lineal.

Esta prensa se encuentra en el mercado para prensar heno, pero no heno de alfalfa, porque el heno de alfalfa es demasiado largo y al ser una máquina de trabajo continuo se convierte en una máquina altamente peligrosa, porque la alimentación es manual. Normalmente la encontramos prensando heno de paja de arroz el cual ya se encuentra seccionado en varias partes por efecto de la trilla, facilitando de esta manera su proceso de enfardado.

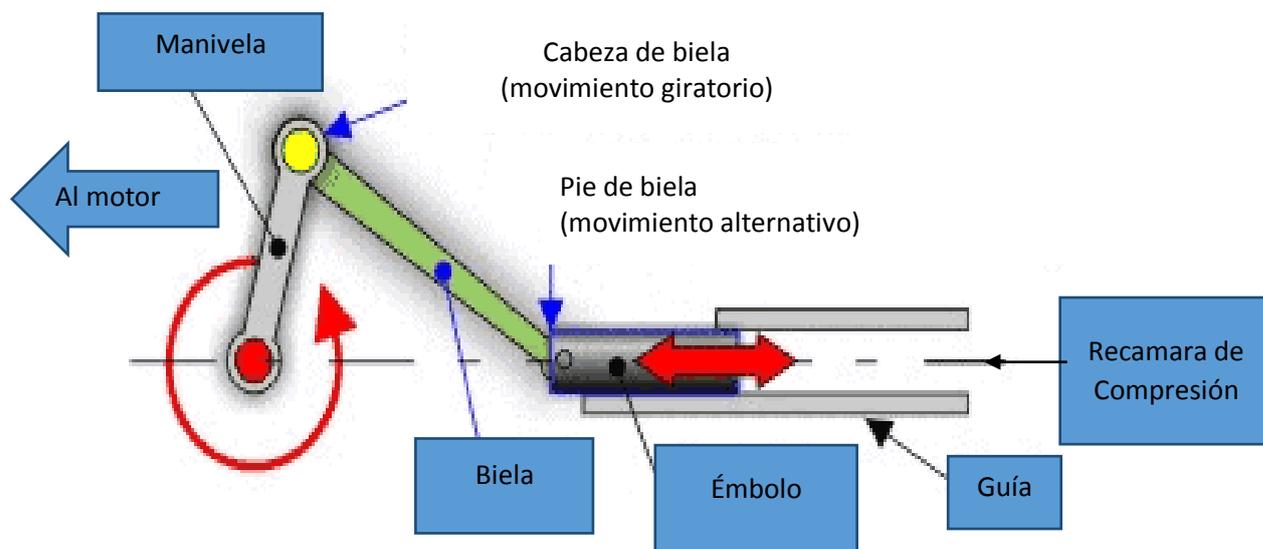


Figura 4 Diagrama de funcionamiento de biela Manivela

1.3.2.4. Prensa Hidráulica.

Esta prensa, como se observa en la figura 4, consta de la respectiva recamara de compresión, por la cual se desliza la plataforma móvil que está unida a un cilindro hidráulico o actuador, el cual es accionado por una bomba hidráulica y esta a su vez por un motor eléctrico o de combustión interna.

Esta prensa se encuentra en el mercado internacional para el compactado de diferentes productos, no se tiene presencia en el ámbito local relacionado a la parte del empaclado de heno. Esta herramienta es usada industrialmente en el compactado de cartón, latas o botellas plásticas de bebidas gaseosas.

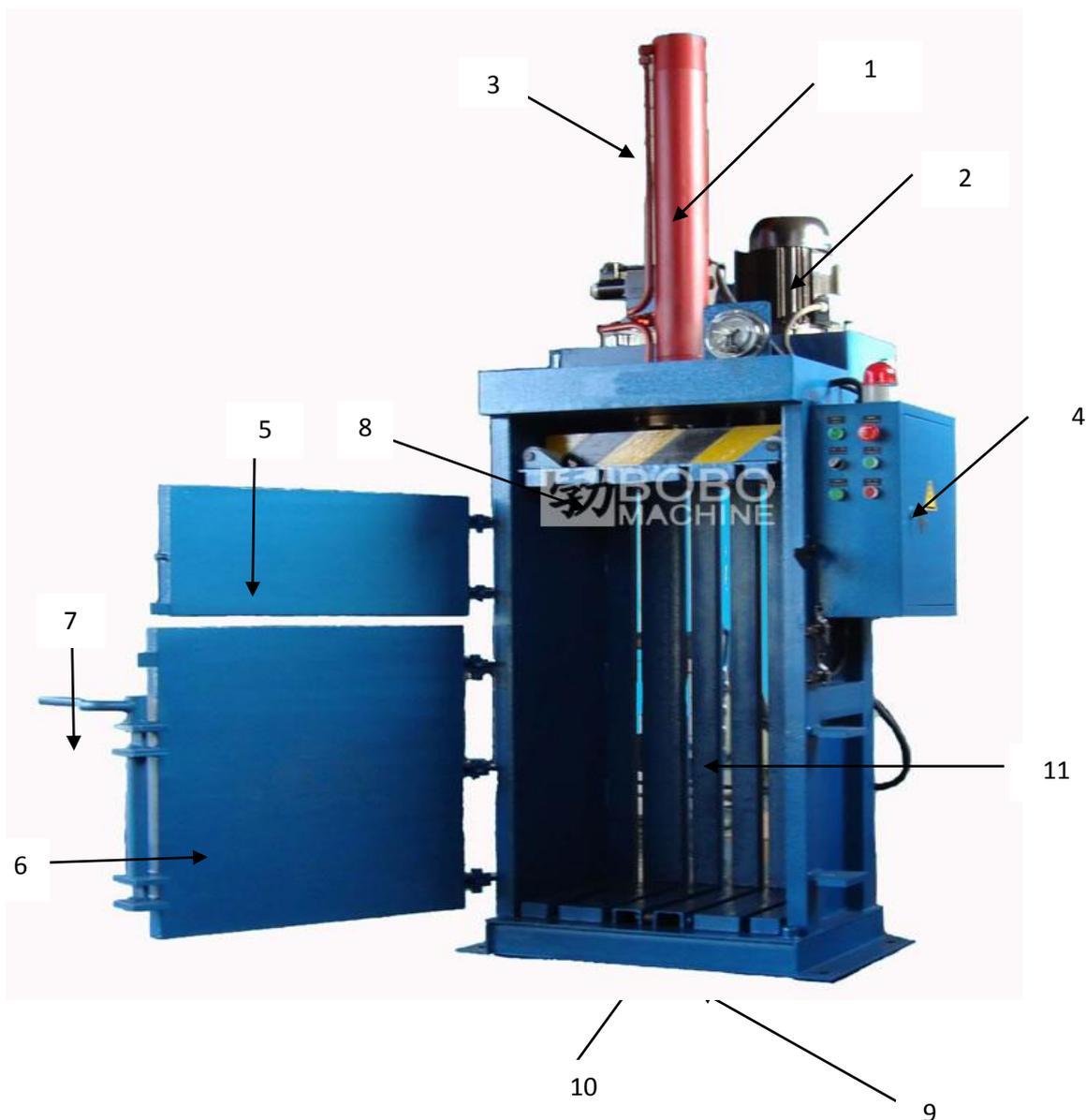


Figura 5 Prensa hidráulica

1 cilindro hidráulico o actuador
2 motor eléctrico
3 mangueras hidráulicas
4 caja de control
5 puerta superior de amarre
6 puerta inferior

7 seguro de puerta
8 plataforma móvil
9 plataforma fija
10 ranuras para paso
11 recámara de compresión

Como ventajas podemos mencionar que a través de este sistema se transmite grandes cantidades de potencia con actuadores cuyas dimensiones son menor que los neumáticos, la velocidad es controlable y se puede realizar cambios de dirección de una manera rápida, es fácil proteger de sobrecargas. Esta es la forma más segura de transportar la energía para un determinado tipo de trabajo.

1.3.2.5 Prensa Neumática.

Este tipo de herramienta utiliza el aire comprimido como modo de transmisión de energía, que se necesita para mover y hacer funcionar mecanismos prensores, normalmente se utiliza para trabajos especiales de mucha velocidad y poca fuerza comparando con la hidráulica.

Para delimitar el campo de la utilización de la neumática es preciso conocer sus propiedades adversas.

- Preparación: Es preciso eliminar impurezas y humedad

-Comprensible: No es posible tener velocidades constantes en los émbolos con el aire comprimido.

-fuerza: 700kpas (7bar) es la presión que opera normalmente el aire comprimido, por debajo de este límite es económico, el límite de la fuerza, está en función de la carrera y velocidad, que es de 20000 a 30000 newton, (2000 - 3000kg). Como máximo.

La figura 6 nos muestra unas de la forma de utilizar el aire comprimido para generar presión.



Figura 6 Prensa neumática

Esta herramienta al igual que la prensa hidráulica no son utilizados en la actualidad para el prensado de heno. Su modo de operación es sumamente practico lo cual facilitarí la operación del prensado bastaría con la activación de un botón y el aire comprimido realizaría el trabajo por medio de un pistón neumático (sapiensman," conceptos básicos de neumática").

1.3.3 Lista de exigencias y características.

-La lista de exigencias es una guía sobre lo que debe considerarse en el proceso de diseño, es lograr un conjunto de especificaciones del producto que puedan medirse, "La meta de este proceso es obtener una especificación del producto que identifique precisamente la función en el proceso y su importancia" (Bunynas,2008,p.24)La lista de exigencias es una herramienta que permite la recopilación de las diversas características, funcionales y no funcionales que un producto podría tener, para cumplir con determinados requerimientos. El propósito de la lista de exigencias es proporciona una ayuda para determinar el alcance de considerar

todas las características y hacer explícitos los requerimientos implícitos, determinar los aspectos funcionales que se consideran en la solución y definir la posibilidad de crecimiento del producto en futuros proyectos.

1.3.3.1 Pasos Para Elaborar una Lista de Exigencias.

- Recopilación de todo tipo de información de productos similares al que se desea construir
- Evaluación de estos productos similares y se obtienen las principales características funcionales y no funcionales
- Se conversa con los usuarios sobre que funcionalidades considera convenientes incluir en el producto
- Se registran todas las entradas de la lista de exigencias (puede usarse tormenta de ideas)
- Se clasifican todas estas entradas de la lista de exigencias en diversas características (por funcionalidades, no funcionalidades u otros indicadores)
- Se cuantifican la complejidad de cada característica, lo recomendable es usar valores referenciales
- Se establece una prioridad en el desarrollo de cada característica(componente) del producto
- Se establece que entradas de la lista de exigencias serán exigibles (es decir se convertirán en requerimientos) y cuales deseables (no obligatorios en el proyecto) (Dávila, 2005, p.6).

1.3.3.2 Características Generales de los Sistemas Compactadores de Heno.

Como parte del proyecto de investigación para la producción de pacas de heno a una razón de no menor de 8 pacas por hora, se hace necesario mostrar las características de las empacadoras usadas comercialmente para no escapar de la objetividad del producto en sus características comerciales.

-La acción de la máquina. - que es la acción y el efecto de apretar. Es la fuerza ejercida sobre una superficie, normalmente son dos superficies una fija y otra móvil.

-Tonelaje o fuerza. - la selección del tonelaje de un sistema compresor ésta relacionada al trabajo a realizar, se debe tomar en cuenta la densidad del material a prensar, para luego aplicar la fuerza sobre la superficie dimensionada de acuerdo a los requerimientos de la paca.

-Del cuerpo o de la estructura. - son las armaduras que se forman al conectar barras rectas (miembros) en sus extremos por medio de conexiones para formar una configuración estable. De esta manera tenemos estructuras horizontales y verticales.

-Características físicas.

Como se puede observar en el capítulo 1, en el punto 1.3.2.2 en estado de la tecnología la figura 3, se observa la prensa de catalinas y palancas, ésta es la prensa usada en la actualidad por la mayoría de los agricultores y comerciantes de heno de alfalfa desde hace mucho tiempo atrás, sin haber sido superado hasta el momento sus deficiencias, el estudio se hará en base a estas características.

1.3.4 Concepto Solución.

-El concepto solución es una de las fases del diseño. "En esta etapa nos permite obtener los conceptos de ingeniería que se emplean en la solución y el diseño cualitativo del producto, es decir contar con un bosquejo, de la solución completa, la forma en que van a trabajar las juntas y los posibles materiales a emplear" (Barriga, 2016, p. 6).

Entendemos por concepto solución al resultado de una evaluación técnica y económica de varias alternativas de solución, esta solución se consigue descomponiendo en sus principales funciones a cada alternativa y dándole valores cuantitativos según las exigencias del producto tanto en calidad como en funcionalidad, la descomposición de funciones se colocan en un cuadro llamado matriz morfológica, la unión de estas funciones en los respectivos pasos del proceso de producción dan como resultados diferentes alternativas de solución, y el concepto de solución óptima se logra a través de una evaluación técnica.

-Criterio de decisión "Puede definirse como las condiciones o parámetros que permiten discriminar alternativas y establecer preferencias al decisor". (Muñoz y Romana,2016, p.30)

1.3.5 Cálculos Generales.

1.3.5.1 Compresión en Elementos

Cargas concentradas en columnas:

Para encontrar la fuerza crítica en columnas de la figura 7 está dada por:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} (1)$$

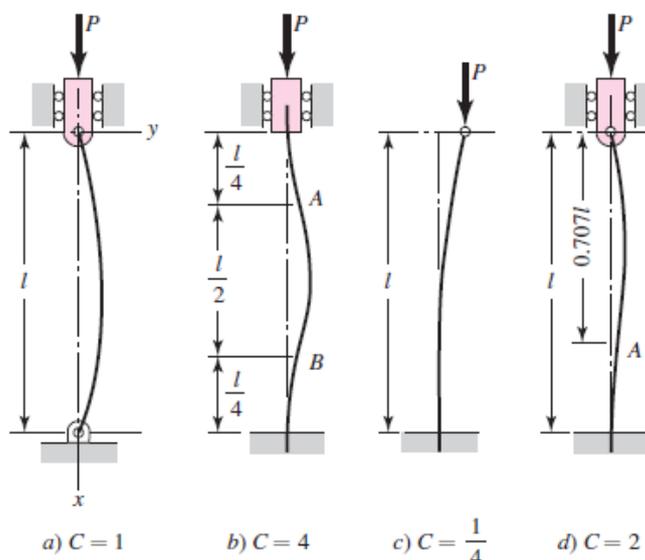


Figura 7 Pandeo de columnas

A esta fórmula se le conoce como la fórmula de Euler y puede también aplicarse de la siguiente manera:

$$P_{cr} = \frac{C\pi^2 EI}{l^2} (2)$$

La constante C sufre los cambios según las circunstancias de las sujeciones de los extremos como se muestra en la figura 7 mediante la igualdad $I = Ak^2$ donde A es la superficie y k es el radio de giro y se puede representar convenientemente así: (Richard G pág. 176)

$$\frac{P_{cr}}{A} = \frac{C\pi^2 EI}{(l/k)^2} (3)$$

1.3.5.2 **En el Cálculo Estructural usaremos el Método de Factores de Carga y Resistencia(LRDF)**

Para el estudio de nuestra estructura en primer lugar se ubicarán los puntos críticos y se los analizarán con cargas generadas por la fuerza de trabajo sobre dicha estructura.

El método (LRDF) está de acuerdo a la norma nacional E-90 que se aplican a estructuras donde el material es metal. El estudio de estructuras por este método consiste en encontrar una última carga que viene hacer la carga de trabajo al que estará sometido el elemento y que tendrá que ser analizada con la resistencia del material a usarse, en donde la resistencia de diseño (N) o resistencia de la estructura tendrá que ser mayor a la carga ultima o carga de trabajo. Con este análisis se podrá luego determinar el material y sus medidas para dicha estructura.

- En tracción la resistencia ultima será encontrada con la siguiente ecuación.

$$U = 1.2 \times D + 1.6 \times L \quad (4)$$

D: Cargas permanentes (peso de la estructura)

L: Carga Aplicada (carga viva)

- Para el análisis de la resistencia del diseño (N) se usará la ecuación.
-

$$N = \phi \times A_s \times f_y \quad (5)$$

ϕ : Factor en tracción (0.909)

A_s : Área de contacto del elemento analizado sobre la estructura.

f_y : Esfuerzo a la fluencia del material.

$$N > U$$

- Para el análisis de la resistencia del momento flector se tendrá que hallar la resistencia Requerida (MU) bajo la siguiente expresión.

$$M_U = 1.2 \times M_D + 1.6 \times M_L \quad (6)$$

$$M_D = D \times H \quad M_L = L \times H$$

M_D : Momento.

D : Cargas permanentes (peso del material o peso de la estructura)

L : Carga Aplicada (carga viva)

H : Altura específica $H = d - (a/2)$.

- También se tendrá que hallar la resistencia de diseño (MN) bajo la siguiente fórmula:

$$M_N = \phi \times A_S \times f_y \times e \quad (7)$$

ϕ : Reducción de la resistencia, (corte y tracción: 0.75).

A_S : Área de contacto con la estructura.

f_y : Fluencia del material (250 N/mm²).

e : Medida del espesor del material.

$$M_N > M_U \quad (1.8)$$

1.3.6 Evaluación Económica.

Para calcular la viabilidad de este proyecto se utilizan dos parámetros que son el VAN y el TIR.

1.3.6.1 -VAN (Valor Actual Neto), Es la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados.

Es un indicador que actualiza los cobros y los pagos de una inversión, en el cual se tendrá un conocimiento de las utilidades del proyecto. Para ello utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

$$VAN = -I_0 + \frac{F_{c1}}{(1+k)} + \frac{F_{c2}}{(1+k)^2} + \dots \dots \dots \frac{F_{cn}}{(1+k)^n}$$

Donde:

I_0 = Inversión realizada en el tiempo cero ($t=0$)

F_c = Es el flujo en el tiempo (t)

N = Número tiempos o años del proyecto en duración

k = Interés a la inversión en porcentaje (cok), costo de oportunidad del capital (tasa de interés del mercado para obtener una rentabilidad, riesgo que existe para tener el retorno del capital, costos futuros.

- **Tabla de decisión:**

El VAN mide en cuanto más aumentara su dinero el inversionista si realiza el negocio decide hacer el negocio, en lugar de seguir guardando el dinero o tenerlo detenido.

Si $VAN > 0$ entonces es bueno realizar el negocio.

Si $VAN = 0$ es indiferente sin importancia realizar el negocio

Si $VAN < 0$ no se debe realizar la inversión por que no es rentable.

El VAN es un indicador que valoriza el dinero a través del tiempo.

1.3.6.2 EL TIR (Tasa interna de retorno) Es el punto donde el nivel del van es cero. Y eso es igual a TIR, es un nivel mínimo en el cual se puede indicar si puede darse o no el proyecto, eso significa que hay un tope y que hay que superarlo.

El TIR es un indicador expresado en porcentaje que indica la ganancia del dinero por tiempo invertido en la vida productiva del proyecto. Para ello se utiliza la misma fórmula del VAN, pero igualándolo a cero.

$$0 = \sum_{i=0}^n \frac{f_{c1}}{(1+r)} + \frac{f_{c2}}{(1+r)^2} + \dots \dots \dots \frac{f_{cn}}{(1+r)^n}$$

Donde:

$r = \text{TIR}$

$n = \text{Vida del proyecto en producción}$

$i = \text{Tiempo en operación anual}$

$F_c = \text{flujo de ingreso del dinero en un periodo.}$

-Interpretación y Manera de Decisión:

Si $\text{TIR} > \text{cok}$ es conveniente realizar el proyecto

Si $\text{TIR} = \text{cok}$ no tiene la mayor importancia realizar el proyecto.

Si $\text{TIR} < \text{cok}$ no debe arriesgarse a invertir en el proyecto (Mato, "Econociendo", 2016)

1.4 Formulación del problema

¿Cómo obtener 8 pacas /hora mediante el diseño de un sistema compactador de heno de alfalfa?

1.5 Justificación del Estudio

En este proyecto se seleccionará los elementos y se realizarán los cálculos necesarios que se requiere para poner en funcionamiento una máquina compactadora, indicando que el objetivo del sistema es llegar a compactar como mínimo 8 pacas /hora de heno de alfalfa, reduciendo el tiempo y los esfuerzos en la operación del empacado actual.

La razón de la construcción de dicho sistema en la parte de la elaboración del empacado de heno se debe a que es necesario aumentar la producción y disminuir el trabajo del agricultor en el campo, haciéndolo menos duro, más atractivo, cómodo y seguro.

En la actualidad existen máquinas cosechadoras y empacadoras en una sola unidad de maquinaria, pero estas máquinas están diseñadas para grandes extensiones de terrenos, por lo cual su costo es elevado y no se ajusta a la realidad económica del pequeño agricultor peruano, puesto que mayoría no poseen más de cinco hectáreas de propiedad.

Las empaquetadoras en nuestro medio local no han tenido avances con miras a superar sus dificultades, pues este tipo de herramienta solamente ha tenido cambios pequeños, como pasar de una sola palanca para ejercer presión y posteriormente ser de dos palancas con catalinas que tienen seguros para evitar el retorno debido a la resistencia que posee el material o heno.

Lo que se espera con este diseño es modernizar la mecanización del empaqueo de heno, y mejorar el rendimiento de producción de pacas, pero realizando una tarea mecánica sin mucho esfuerzo.

En cuanto a la parte del costo de la maquina en lo posible se realizará con elementos que se encuentren en el mercado local y de materiales durables como tubos o ángulos de acero para su estructura, con la finalidad de abaratar los costos.

Ecológicamente esta maquinaria protegerá el medio ambiente por que los materiales para su construcción se podrán reciclar una vez finalizada la vida útil del sistema compactador.

1.6 Objetivos

1.6.1. Objetivo General. Diseñar un sistema compactador para obtener 8 pacas/hora en el proceso de empaqueo de heno de alfalfa

1.6.2. Objetivos específicos.

- 1) Recopilar información en lo concerniente al heno de alfalfa a empacar.
- 2) Encontrar y analizar el estado de la tecnología en relación a sistemas de empaque de heno de alfalfa.
- 3) Identificar los parámetros de diseño para el empaque de heno de alfalfa a través de una lista de exigencias.
- 4) Generar alternativas de solución e identificar la mejor en lo referente al tiempo de elaboración de compactado.
- 5) Calcular y seleccionar los componentes del diseño seleccionado detallando sus medidas de trabajo.

- 6) Modelar y simular el diseño propuesto, encontrando el factor de seguridad.
- 7) Evaluar económicamente.

II Marco Metodológico

2.1 Diseño de investigación

Al no manipularse ninguna variable el diseño de la investigación es no experimental, el objeto de estudio se analizará en un momento determinado y por única vez, eso lo caracteriza en ser un estudio transversal.

2.2 Variables

2.2.1 Variables independientes.

- Paca de heno de alfalfa en su forma tamaño y peso.
- Presión de compactado.

2.2.2 Variables dependientes.

Especificaciones técnicas del sistema compactador de heno de alfalfa

2.3 Población y Muestra

2.3.1 Población.

Sistemas compactadores de heno de alfalfa

2.3.2 Muestra.

Sistema compactador de heno de alfalfa.

2.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos usaremos las técnicas prácticas de la investigación como son, la observación y los análisis de documentación.

La observación:

Consiste en percatarse de todas las dificultades en el momento de la elaboración del producto, viéndolo las causas de las demoras tanto del personal como de la maquinaria.

Instrumentos:

- Diario de campo
- Uso de internet
- Catálogos de equipos similares
- Libros afines al objeto de estudio
- Revisión bibliográfica.
- Simulación computacional.

2.5 Métodos de Análisis de Datos

2.5.1 Datos analizados en forma secuencial.

1° En las visitas a los campos donde se realizan estos tipos de trabajo, se pudo observar la maquinaria y al personal elaborando las pacas de alfalfa, donde se obtuvieron diferentes datos de mayor incidencia como es la medición del tiempo en elaborar una paca, sus dificultades en el ensamblado de la máquina, el transporte, el amarrado de la paca, el esfuerzo de los operadores en el momento de comprimir el heno y las características del heno antes de ser empacado.

2° Se estudia las características como son la función de la máquina, el material a trabajar, la geometría, la velocidad, la fuerza, la energía, el material de la máquina y se hace un resumen del estado de la tecnología.

3° Se eligen tres alternativas de solución en las que sus características finales sea un producto satisfactorio, planteando en su elaboración un análisis técnico

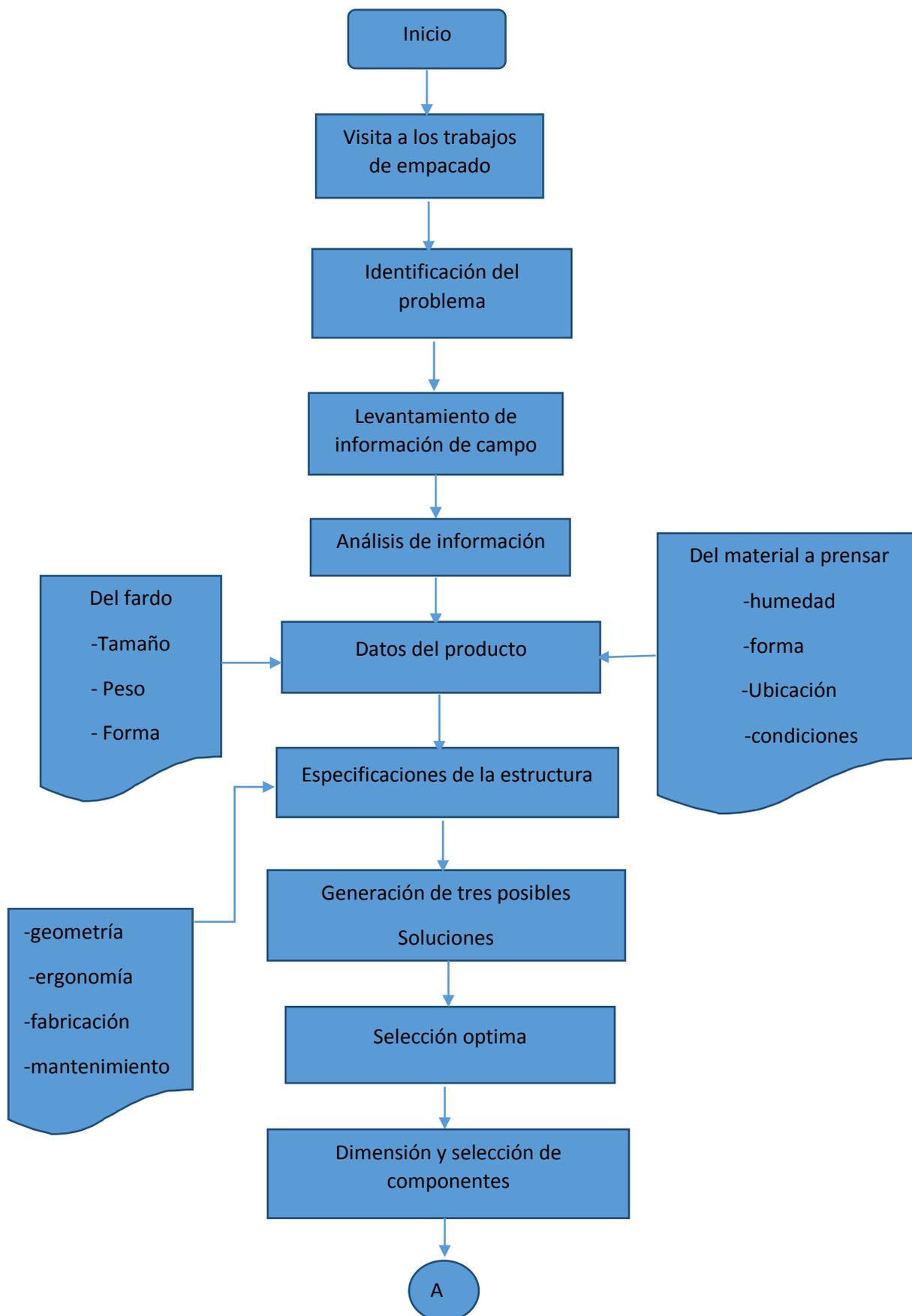
4° Se compara a la solución óptima con la usada en la actualidad para ver las mejoras, realizando un estudio dinámico y estático del nuevo diseño.

5° Los elementos de la máquina serán seleccionados y determinados por estudios de ingeniería obtenidos en la formación académica, estos datos será el de presión de empuje, potencia, fuerza y el análisis de estructura de la máquina, para condiciones máximas de funcionamiento.

6° Se simulará la estructura compactadora de heno de alfalfa, utilizando el software solidworks con la finalidad de encontrar reacciones y factor de seguridad.

7° Se realizará una lista de costos para su análisis económico.

2.5.2 Diagrama de Flujo.



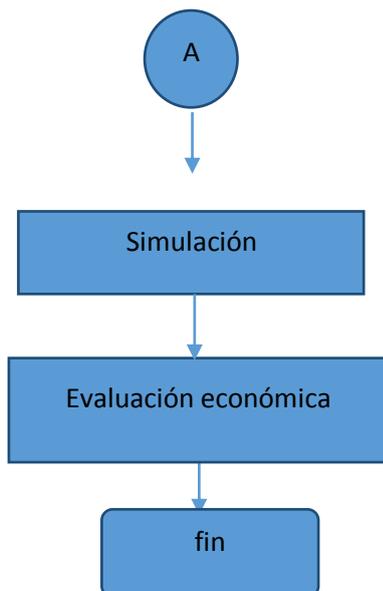


figura 8 Diagrama de flujo del sistema compactador, fuente propia.

2.6. Aspectos Éticos

- Se tomará conocimiento de la responsabilidad en lo referente a la seguridad y bienestar público.
- Se realizarán las declaraciones de manera veraz y objetiva.
- Se evitarán acciones engañosas.

III.Resultados

3.1 Características de la Paca de Heno

Las características físicas de la paca de heno serán tomadas del modelo tradicional actualmente usado por los productores, que es la medida comúnmente comercializada y el cual obtendremos como producto final en nuestro sistema prensor, ya que el nuevo diseño no escapará de las medidas usadas.

$$\text{Largo} = 1.10\text{m}$$

$$\text{Ancho} = 0.5\text{m}$$

$$\text{Espesor} = 0.5\text{m}$$

Conociendo que el peso normal de una paca es de 50kg. Aproximadamente, se tiene que el peso específico es.

$$Pe = Wc/Vc$$

Donde Pe es el peso específico de la paca, Wc es el peso del forraje compactado y se obtiene:

$$Pe = 182\text{kg/m}^3$$

-Presión de Compactado.

La presión de compactado la obtendremos de la publicación realizada en Medellín por la facultad nacional de agronomía, con su título “Diseño de una máquina para el empaque de forraje: dosificación y compactación” (Rev.Fac. Agr.Medellin 2008)

Donde se realizaron varias pruebas y llegan a la conclusión de que con un cilindro de área de 0.002m^2 y con una presión de 552Kpas (80psi) en el cilindro hidráulico se obtuvieron buenos resultados de compactación, eliminando el aire posible de las plantas, lográndolo con una fuerza de 1104 new.

$$Fv = Ptuh \times Ap$$

$$Fv = 552\text{kpas} \times 0.002\text{m}^2$$

$$Fv = 1.104\text{kn}$$

Donde:

Fv=fuerza en el vástago (del cilindro de prueba)

Ptuh=Presión de trabajo de la unidad hidráulica

Ap= Área del pistón

Con esta fuerza encontrada se realiza la prueba en un área de 0.009m^2 y obtienen la presión del compactado que es el dato que necesitamos para realizar los cálculos de los elementos de nuestro sistema compresor

$$P_c = F_v / A_p$$

$$P_c = 1104 / 0.009$$

$$\mathbf{P_c = 122.67\text{kpas.}}$$

Que viene hacer la **presión del compactado**(P_c) que debe estar presente en toda la paca y en base a este dato trabajaremos en nuestro sistema.

3.2 Estado de la Tecnología

En el ítem 1.3.2.2 figura 3 se describió la empacadora de catalinas y palancas que es la maquina usada en la actualidad para el trabajo del empacado de heno, en base a esta máquina y a su producción ya vistas es que realizamos el análisis de su funcionamiento y compararemos los resultados.

-Características físicas de la prensa usada en la actualidad y elementos que la constituyen. En la tabla numero 2 podemos darnos cuenta de estas características.

Características físicas de la prensa de heno usada en la actualidad

Descripción	Medidas	unidad
Alto	2.20	m
Longitud	1.20	m
Ancho	0.6	m
Peso	400	kg

Tabla 2 fuente propia

3.3 Parámetros del Diseño

Siguiendo con los resultados del estudio, se indica los parámetros a través de una lista donde nos dará una visión general de las consideraciones que se respetaran para lograr los objetivos del diseño de la maquinaria buscada. Estas características serán posteriormente evaluadas y valoradas técnicamente.

A partir de los análisis del estado de arte y de los parámetros de las prensas tradicionales se define lo siguiente.

Características del sistema compactador

característica	Descripción
Función principal	Compactar heno de alfalfa a una presión de 122.67kpas
Material	El material a compactar es heno de alfalfa con una humedad del 30%
Geometría	La paca debe medir 50x50x110cm para mantener las medidas de las usadas comúnmente.
Velocidad de conformado	No menor de 8pacas /hora
Fuerza	La necesaria para ejercer una presión de 122.67kpas
Energía	Proporcionado por motor un motor de combustión interna, torque o por palanca
Operatividad	El diseño debe permitir una relación hombre – máquina que no cause fatiga, que sea cómoda y segura.
Fabricación	El sistema seleccionado debe permitir que se fabrique e implemente en talleres locales
Costo	La fabricación de la maquina será lo más económica posible sin perjudicar su calidad
Resistencia	La estructura debe soportar la presión máxima de compactado (122.67kpas)
ensamblaje	Se recomienda no ser desmontable para evitar pérdida de tiempo en el armado o el ensamblaje
mantenimiento	El diseño debe permitir el acceso a todos sus componentes.

Tabla 3 (fuente elaboración propia)

3.4 Alternativas de Diseño

3.4.1 Estructura de funciones.

3.4.1.1 Caja negra.

Describe una función en un solo bloque identificando las entradas y las salidas

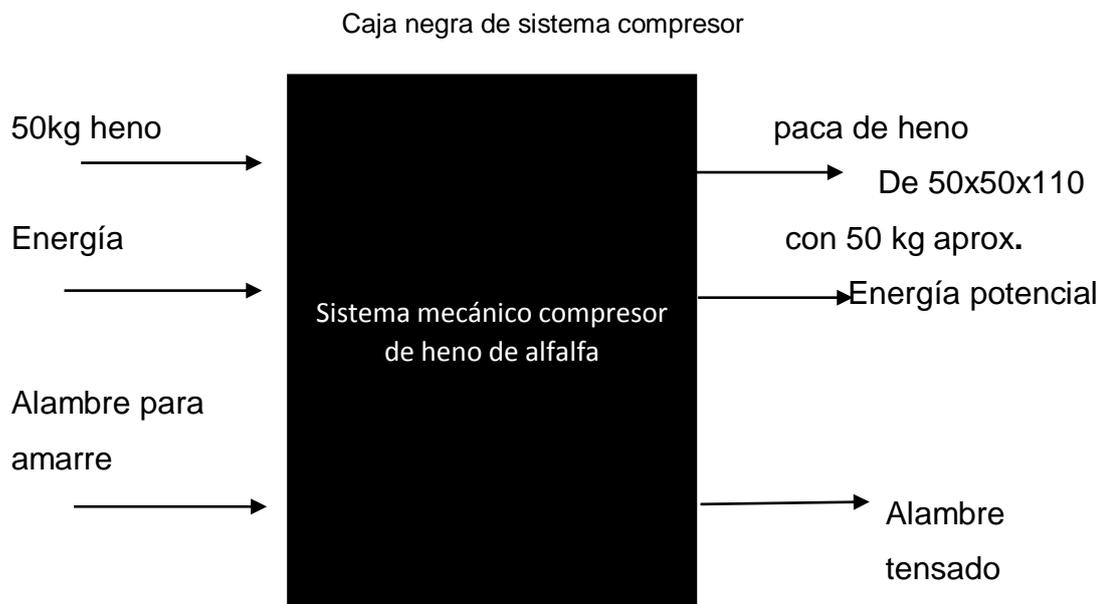


figura 9 fuente propia

3.4.1.2 Funciones.

Alimentar. - manera de como el heno es llevado a la cámara de compresión

Acondicionar. - distribuir el heno en la recámara de compresión y presionarlo con alguna herramienta o mano.

Serrar. - la manera de sellar las puertas antes de realizar el compactado.

Generar. –consiste en originar la fuerza a la máquina para el compactado

Compactar. - la superficie móvil se desliza internamente por la cámara de compresión.

Amarrar. - asegurar la fuerza del prensado en la paca.

Retirar. - la manera de retirar la paca de la maquina



figura10 diagrama de bloques (fuente propia)

3.4.2 Matriz Morfológica

Determinadas las principales funciones de la máquina necesaria para nuestro proyecto, se establece una matriz morfológica de funciones, con sistemas tentativas de modelos para realizar los procesos según el estado de arte y con mecanismos alternativos para estas funciones, las cuales por su variación nos mostrarán diferentes modelos de solución

Matriz morfológica

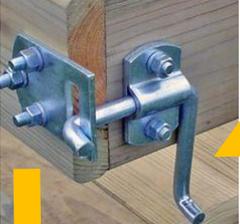
N	Función	Alternativa1	Alternativa2	Alternativa3
1	Alimentar con henolamaq uina	manual 	con trinche 	con garfio 
2	Acondicionar el heno	Con golpes 		
3	Serrar			con pin 
4	Generar	Manual por palanca 	Por motor 	por palanca y catalina 
5	Compactar			por ley de palanca mayor palanca menor fuerza 
6	Amarar	Manual	Manual	Manual
7	Retirar	Por palanca 	Con retroceso de cilindro neumático (cable)	Manual Con garfio u otra herramienta
		Alternativa1	Alternativa 2	Alternativa3

Tabla 4 Uniendo las diferentes maneras de realizar las funciones principales de la matriz obtenemos tres alternativas de solución

Tabla de los tres conceptos de solución y su color característico

Concepto de solución	Color de línea
Solución1	
Solución2	
Solución3	

Tabla 5 conceptos solución (fuente propia)

3.4.3 Soluciones Preliminares.

Alternativa 1.

La presente solución denominada alternativa 1 es una prensa que muy parecida a la que emplea en la actualidad como la más óptima. Está en una herramienta en su mayoría está hecha de madera, es unida por pernos y tuercas, el sistema de compresión lo proporciona las cadenas, las catalinas y las dos plataformas de las cuales una es fija y la otra es móvil.

La operación se inicia cuando la prensa está con la recámara vacía y su puerta frontal abierta, realizando manualmente el llenado del heno en la recámara de compresión, una vez llena la recámara de compresión se cierra la puerta frontal y se abre la puerta superior denominado cielo y se le alimenta con heno hasta que se encuentre tan lleno que con el contacto de la presión de la mano no alcance a llenarse más, se cierra esta puerta y se asegura con las respectivas horquillas o lasos de seguridad, se procede a realizar la función del prensado accionando de arriba y hacia abajo las palancas logrando de esta manera elevar el piso de la prensa y de esta manera se va lentamente presionando el heno, una vez prensado el heno se abre tanto la puerta frontal y posterior para realizar el amarre respectivo, para después expulsar la paca y almacenarla.

Ventajas:

- Económica
- Fácil construcción
- Resistente

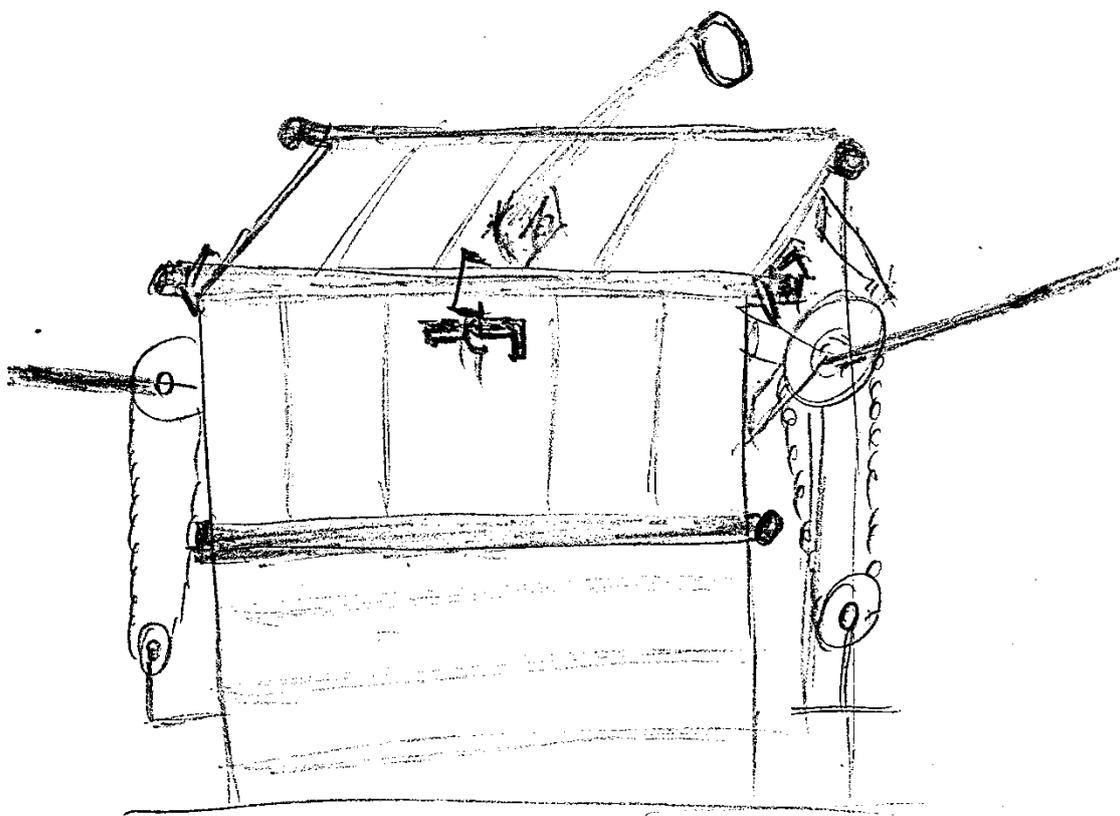
- Logra el prensado correcto
- Mantiene la fuerza de prensado sin necesidad de seguir presionando´

Desventajas

- Muy pesada
- Demasiadas operaciones para completar el trabajo
- Desarmable para transportar
- Tiempo de operación considerable.
- Tiempo de armado considerable
- Necesita dos operadores como mínimo
- Considerable desgaste físico del operador.

Boceto de la alternativa 1

Figura11 Alternativa de solución 1



Alternativa 2:

Esta alternativa nos presenta una solución estacionaria, con posibilidad de poder adaptar ruedas para su transporte, en el conformado de pacas de heno, consta de un sistema hidráulico para realizar la función del compactado. Este sistema de prensado todavía no es usado en la conformación de pacas de heno, pero su aplicación es posible.

Este tipo de prensa es usado en la actualidad para el conformado de pacas de cartón o de botellas plásticas, también es usado en pacas de latas de diferentes productos comerciales.

El sistema de funcionamiento es similar al de todos los sistemas de compactado donde la función principal es el conformado de la paca, pero se hace notar el mínimo esfuerzo que realiza el operador en la operación.

Esta operación consiste en alimentar la recámara de compresión por la puerta principal, después de asegurar esta puerta se procede al compactado del material activando la válvula de control, luego del compactado se amarra la paca, para posteriormente realizar la expulsión. El grupo hidráulico consta de un actuador lineal, mangueras, válvulas, tanque y bomba hidráulica y todo esto es movido por un motor que es el encargado de proporcionar la energía para que la bomba pueda realizar su trabajo.

Ventajas

- Resistente
- Fácil operación
- Realiza buen compactado
- segura
- Adaptable a transporte
- Reducido tiempo de operación para el conformado de la paca
- Un solo operador puede realizar la operación

Desventajas

- Máquinas de un valor considerable
- De mantenimiento continuo

Boceto de alternativa 2

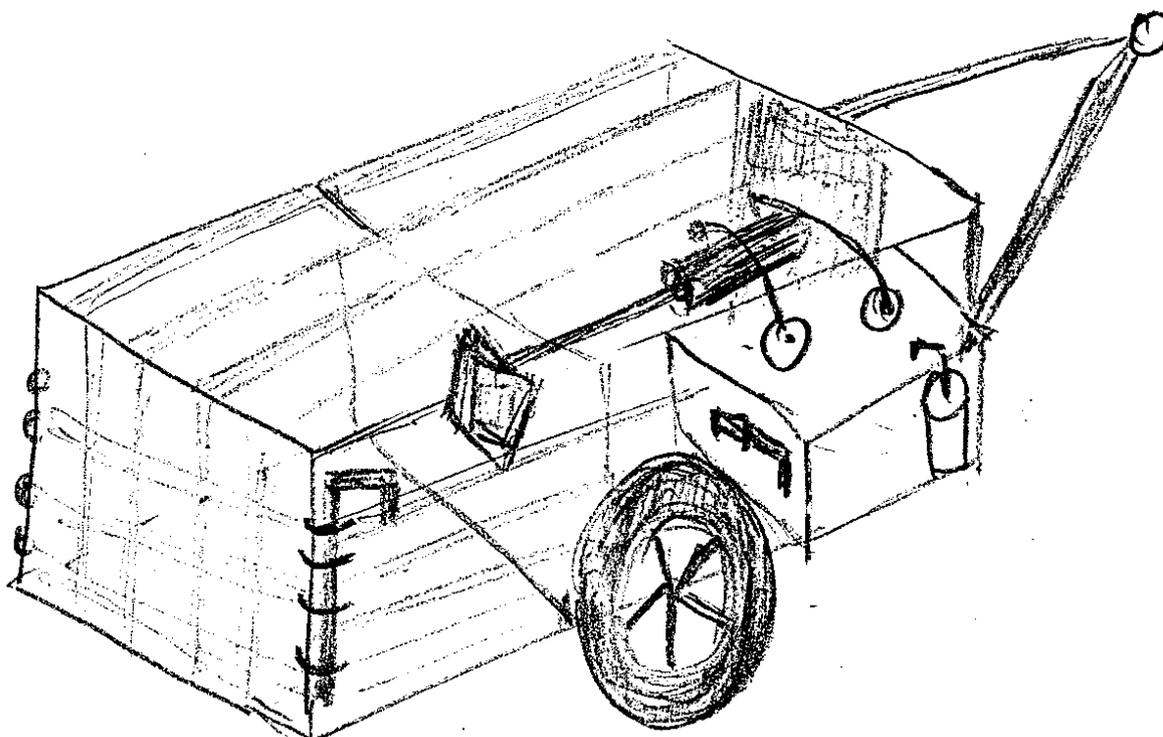


Figura 12 Alternativa de solución 2

Alternativa 3:

Este sistema de prensado es una de las maneras más prácticas de empacado de heno, se utiliza para la conservación del heno dentro de la misma finca, las medidas no son las usadas comercialmente, pero solucionan el problema en época de producción para la conservación.

Esta prensa está diseñada para trabajar en forma horizontal, la energía para el prensado es proporcionado por energía humana, el cual acciona una palanca que está directamente conectada a la plataforma móvil. Al bajar la palanca se realiza la acción de prensar, cuando esta palanca se la regresa se abre la recámara de compresión para alimentar la prensa con heno y volver a compactar, este trabajo se continua hasta alcanzar el tamaño adecuado, para luego amarrar y expulsar la paca.

Ventajas

- Económica
- Fácil construcción
- Transportable

Desventajas

- Poco resistente
- Desgaste de fuerza por el operador
- Tiempo de conformado considerable

Boceto de alternativa 3

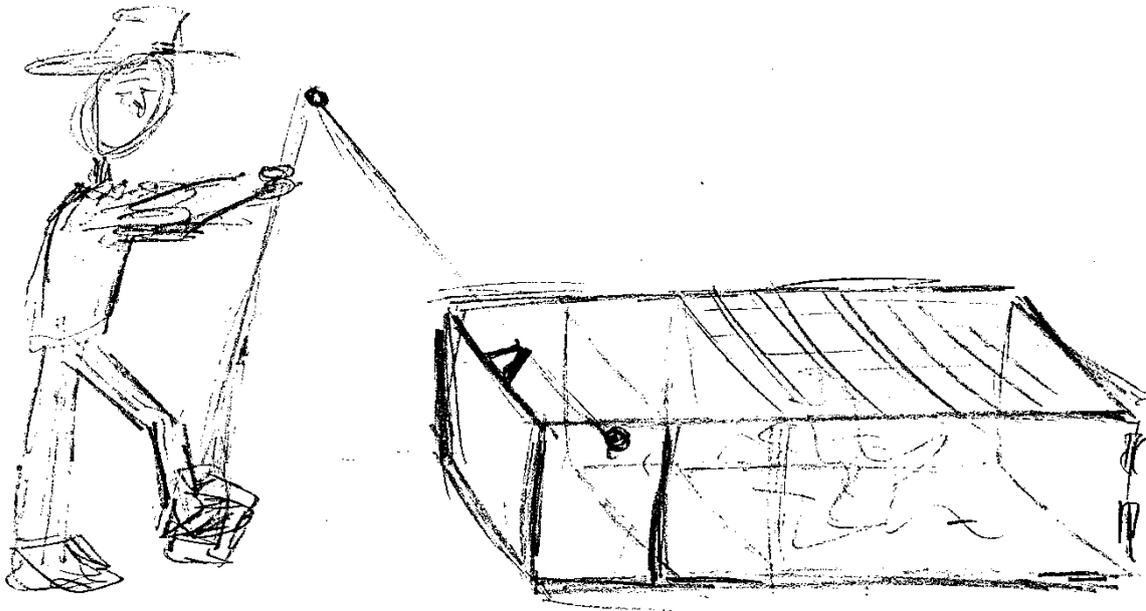


Figura13 Alternativa de solución 3

3.5 Determinación del Concepto Solución Óptimo

Por el método de matriz de decisión, primero se determinan los criterios

Resultan criterios importantes:

Por ser una máquina que busca mejorar la productividad.

- Capacidad de producción

-Eficiencia en el compactado

Por ser una maquina donde intervienen fuerzas:

-Resistencia mecánica

Por su uso.

-De fácil operación

-De fácil mantenimiento

Debido al uso diario o constante

- Poco gasto de energía
- De fácil fabricacion

3.5.1 Tabla de puntaje según criterio

Puntuación:

Igual de valor de criterio = 1

Mas valor de criterio(importante) = 5

Mucho más elevado el criterio frente al otro = 10

Menos importante = 0.2

Mucho por debajo de la importancia del criterio con el que se le compara = 0.1

Resultan criterios importantes.

- Capacidad de producción.
- Eficiencia de compactado.
- Resistencia mecánica.
- Fácil operación.
- De fácil mantenimiento
- Energía
- Sencillez de fabricación.

Posteriormente elaboramos la matriz de comparación de criterios como se muestra en la tabla

MATRIZ DE EVALUACION DE CRITERIOS

Criterio	Capacidad	Compactado	Resistencia	Operación	Mantenimiento	Energía	Fabricación	Suma	% Real
Capacidad	-----	10	10	10	10	10	10	60	42.30
Compactado	0.1	---	5	5	5	5	10	30.1	21.20
Resistencia	0.1	0.2	---	1	5	0.2	5	11.5	8.10
Operación	0.1	0.2	0.1	---	1	0.2	5	7.5	5.29
Mantenimiento	0.1	0.2	0.2	1	--	0.2	5	6.7	4.72
Energía	0.1	0.2	5	5	5	--	10	25.3	17.84
Fabricación	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	---	0.9	0.63
								141.7	100

Tabla 6 Evaluación de criterios.

3.5.2. Tabla de Selección

De 1-10 = de acuerdo a los objetivos del proyecto

Criterios	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	% Valor Crítico	Alternativa Ponderada 1	Alternativa Ponderada 2	Alternativa Ponderada 3
Capacidad de producción	7	9	6	42.30	2.961	3.807	2.538
Eficiencia de compactado	8	8	5	21.20	1.696	1.696	1.06
Resistencia mecánica	5	6	4	8.10	0.405	0.486	0.324
Fácil operación	4	7	6	5.29	0.211	0.370	0.317
Fácil mantenimiento	6	6	8	7.72	0.283	0.283	0.377
Baja energía	3	9	4	17.84	0.53	1.605	0.713
Sencillez de fabricación	6	4	9	0.60	0.036	0.024	0.054
					6.122	8.271	0.383

Tabla 7

Como demuestra la tabla 7 la mejor solución según criterios es la alternativa 2.

3.6 Cálculos Para el Sistema Compactador

3.6.1 Cálculos hidráulicos.

3.6.1.1 Encontrando fuerza del actuador.

$PC = 122.67 \text{ Kpa (18 PSI)}$ por dato

Tamaño de la Paca

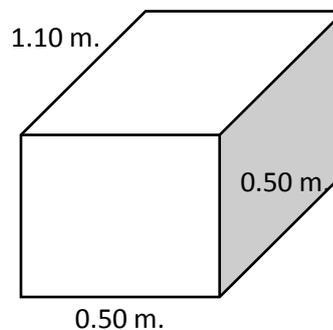
$0.50 \times 0.50 \times 1.10$

Área de la Platina del compactado (A_{pc})

$A_{pc} = 0.50 \times 1.10$

$A_{pc} = 0.55 \text{ m}^2$

figura 14 volumen de paca

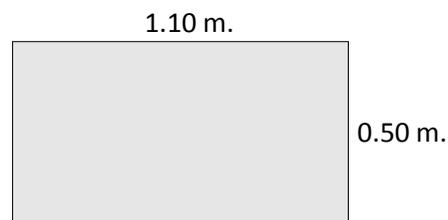


⇒ Fuerza de compactado ($F_v = \text{Fuerza en el Vástago}$)

$$F_v = PC \times A_{pc} = 122.67 \times 10^3 \frac{N}{m^2} \times 0.55 m^2$$

figura 15 Área de platina de compactado

$F_v = 67,468 \text{ N.}$



3.6.1.2 Buscando Relación de Volumen entre el Heno Compactado y el Heno sin Compactar

Relación de Volumen (con respecto a una prensa tradicional)

Medidas Prensa tradicional (dimensionamiento de la recámara de compresión de prensa la prensa tradicional)

Volumen inicial (V_i)

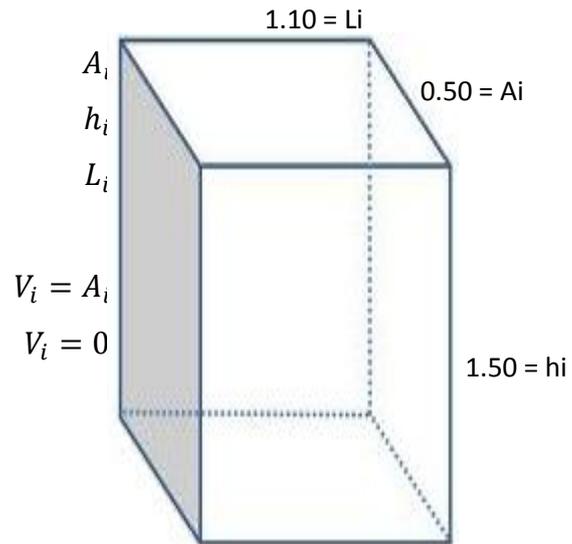


figura 16 Volumen inicial del heno

Volumen final

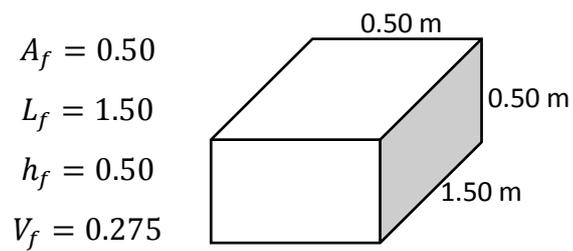


figura 17 Volumen final del heno

Relación de volumen

$$\frac{V_i}{V_f} = \frac{0.825}{0.275} = 3$$

3.6.1.3 Hallando Longitud del Vástago.

$$h_f - h_i = 1 \text{ m.}$$

$$1.50 - 0.50 = 1 \text{ m.}$$

⇒ Largo del vástago = 1 m.

3.6.1.4 Buscando el trabajo realizado por el Actuador.

$$W = Fxd$$

$$W = 67.468.5 \text{ New} \times 1 \text{ m.}$$

$$W = 67.468.5 \text{ joule}$$

3.6.1.5 Determinando la Potencia en el Cilindro (P).

Tomaremos como dato en características que será de 30 segundos el tiempo que demore el cilindro en compactar

$$W = W/T$$

$$W = 67.468.5 \text{ New.m} / 30 \text{ seg.}$$

$$W = 2.248.95 \text{ Watts}$$

$$W = 3.01 \text{ HP}$$

Con estos datos nos vamos al catálogo CST (cilindros de doble efecto) y tenemos L = 1 m.(E)

$$\phi_{in} = \phi_B = 0.70 \text{ mm}$$

$$\phi_{vas} = \phi_A = 0.40 \text{ mm}$$

también tenemos

$$FV = 67,468.5 \text{ N}$$

3.6.1.7 Determinando la Presión hidráulica.

$$AC = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$AC = \frac{3.1416(0.07)^2}{4}$$

$$AC = 3.8484 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$P_h = \frac{F}{A} = \frac{67,468.5 \text{ New}}{3.8484 \times 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$P_h = 17531571.56 \text{ pas}$$

$$P_h = 17531.57 \text{ Kpas}$$

$$P_h = 175.31 \text{ Bar}$$

Según características en catálogo trabaja hasta 200 bar (máx.)
Se selecciona cilindro de doble efecto bajo el código CICFAEI -704-10

3.6.1.7 Fuerza de Retroceso en el Actuador.

$$Fr = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) Ph$$

$$Fr = \frac{3.1416}{4} (0.07^2 - 0.04^2) 175.31 \text{ bar}$$

$$Fr = 45,438.67 \text{ New}$$

Dato que se necesitará para expulsar la paca de la recámara.

3.6.1.8 Cálculo del Caudal (en el cilindro).

Se toma que el tiempo avance en recorrer el vástago será de 30 seg.

$$V = e/t$$

$$V = 1/30$$

$$V = 0.033 \text{ m/s}$$

Según catálogo sts trabaja hasta un máximo de 0.5 m/s

Se tiene que:

$$Q = V \times S$$

$$Q = 0.033 \times 3.8484 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Q = 1.27 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 0.127 \text{ litros}/\text{seg}$$

$$Q = 7.62 \text{ litros}/\text{min.}$$

$$Q = \text{caudal en lit}/\text{min}$$

$$S = \text{sección del conductor (Ac)}$$

$$V = \text{velocidad media m}/\text{s}$$

3.6.1.9 Cálculo del diámetro de las tuberías.

$$Q = V \times S$$

Las unidades trabajadas en óleo hidráulico.

$$Q = \text{caudal lit}/\text{min}$$

$$S = \text{sección del conductor en cm}^2$$

$$V = \text{velocidad del fluido en m}/\text{s}$$

⇒ la ecuación se transforma en

$$Q = 6 \times S \times V$$

$$Q = 6 \times \frac{\pi d^2}{4} \times V$$

$$d = \sqrt{\frac{Q}{1.5 \times \pi \times V}}$$

$$d = \sqrt{\frac{7.62 \text{ litros}/\text{min.}}{1.5 \times 3.1416 \times 0.033}}$$

$d = 7 \text{ cm.} \rightarrow$ es el diámetro del cilindro

⇒ Por dato del catálogo tenemos \emptyset salida o entrada $3/8$ " para cañerías.

$$\emptyset = 0.9525 \text{ cm} = 9.525 \times 10^{-3} \text{ m.}$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = 7.1255 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$Q = V_1 \times A_1$$

$$V_1 = \frac{1.27 \times 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{seg}}{7.125590 \times 10^{-5} \text{ m}^2}$$

$$v = 1.78 \text{ m/s}$$

Hallando diámetro en las tuberías

$$d = \sqrt{\frac{Q}{1.5\pi \times V}}$$

$$d = \sqrt{\frac{7.62 \text{ litros} / \text{min}}{1.5 \times 3.1416 \times 1.78 \text{ m/s}}}$$

$$d = 0.95 \text{ cm.}$$

Se seleccionará un diámetro de 1 cm o 10 mm.

3.6.1.10 Cálculo del Vástago en Pandeo

De una manera general, y tomando solamente la longitud del vástago, se considera que puede existir pandeo si cumple la relación: (Serrano A. pág142)

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

L=Longitud del vástago (cm)

r=Radio de giro(cm)

A = 12.56 cm

d = 4 cm.

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$I = 12.56 \text{ cm}^4$

$$\Rightarrow r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r = \sqrt{\frac{12.56}{12.56}}$$

$$r = 1 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{i} = \frac{100}{1} \geq 40$$

puede existir pandeo teniendo en cuenta solamente el vástago

El indeseable fenómeno de pandeo no depende solamente de la longitud del vástago con respecto a su diámetro, sino que también influye en gran importancia de la manera de los soportes que la fijan a la estructura, y de la forma del montaje del extremo en la parte final del vástago.

- Fórmula Cálculo del Vástago en Pandeo

$$FP = \frac{\pi^2 E x I}{L_p^2 C_s}$$

-Cálculo de la longitud de pandeo

$$L_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E x I}{FP x C_s}}$$

Se trata ahora de calcular el recorrido total del vástago del cilindro, sin que presente el pandeo, o lo que es lo mismo deberá comprobar si el cilindro estimado en el proyecto puede soportar las cargas que se producen con las debidas condiciones.

Para ello se empleará la expresión siguiente. (Serrano A. 2002, p144)

$$C = \frac{L_p}{K}$$

C = carrera⇒

K = factor de Anclaje según Montaje

$$E = 2.1 \times 10^6 \text{ da N/cm}^2$$

$C_s =$ Coeficiente de seguridad (2 0 3)

daN = 10 New

Para nuestro caso el actuador se colocará de la siguiente manera:

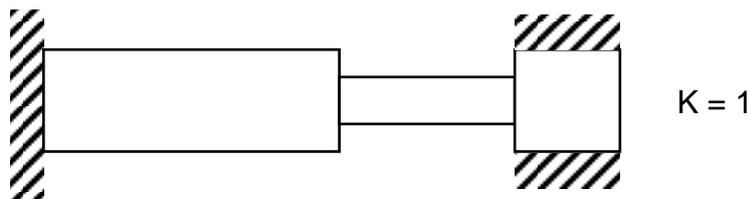


figura18 fijación del actuador

Longitud de Pandeo

$$L_p = C \times K$$

$$L_p = 100 \times 1$$

$$L_p = 100$$

Hallando carga Axial de Pandeo

$$FP = \frac{\pi^2 \times E \times I}{L_p^2 C_s}$$

$$FP = \frac{(3.1416)^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 10 \text{ N/cm}^2 \times 12.56 \text{ cm}^4}{(100 \text{ cm})^2 \times 3}$$

$$FP = 86,773.96 \text{ N}$$

$$86773.96 \text{ N} > 67,468.5 \text{ N} \Rightarrow \text{No pandea}$$

Con un factor de seguridad de 1.30

3.6.1.11 Cálculo de la Potencia del Motor de Accionamiento.

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

$$N_{kw} = \frac{175.31 \text{ Bar} \times 7.62 \text{ l/min}}{612 \times 0.9}$$

$$N_{kw} = 2,425 \text{ KW}$$

$$N_{Hp} = 3.250 \text{ Hp}$$

P = Bar

Q = l/min

$$n_t = 90$$

Para efectos prácticos, bastará con indicar que el rendimiento total a considerar incluidos bombas y actuadores puede oscilar sin errores considerables entre 80% para los casos de menor rendimiento y un 95% para los casos de mayor rendimiento.

En los motores eléctricos convencionales, el error que puede cometerse en esta estimación a la hora de determinar dicha potencia, será perfectamente despreciable (Serrano, pág. 79)

3.6.1.12 Cálculo de Capacidad de Tanque de Aceite

La mayoría de los depósitos se diseñan entre 2.5 y cuatro veces el caudal de la bomba y el caudal debe estar en litros/min, la condición es que la bomba no supere los 60° o 65°C, es recomendable al diseñar el depósito de aceite tener en cuenta los niveles máximo y mínimo, debido al funcionamiento del cilindro, cuando el vástago avanza, el cilindro admite mayor cantidad de aceite que cuando retrocede y por tanto, cuando retrocede el aceite restante es retornado al depósito de aceite. Debido a esta razón, es necesario tener en cuenta un cierto volumen de aire en la parte superior, que oscila entre el 20% y 30% del volumen total del aceite (Serrano Nicolás, pág. 100).

3.6.1.13 Selección de la unidad hidráulica (Centralita) (ver anexo)

Con los datos de caudal y presión, después de hacer los análisis de pandeo correspondientes pasaremos a seleccionar la centralita hidráulica de nuestro sistema compactador

- En el catálogo Larzep tenemos una central hidráulica con las siguientes características.

- Accionado por motor a gasolina. Para operaciones alejadas donde no se cuenta con energía eléctrica

- Válvula transformable de efecto doble a simple

- Válvula de seguridad interna tarada a 175bar para evitar sobre presiones.

- Válvula limitadora de presión modificable por el usuario

- cuadro protector y juego de ruedas (opcional)

3.6.2. Análisis de la Estructura por el Método de Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD)

3.6.2.1 Diseño Del sistema Compactador.

La fuerza ejercida por el cilindro hidráulico para compactar el heno de alfalfa ejercerá reacciones en toda la estructura del sistema compactador, los cuales serán analizadas para poder soportar el trabajo de compactado de Heno.

Para el diseño de la estructura del sistema hidráulico compactador partiremos de la fuerza de trabajo, ejercida por el actuador hidráulico, para esto es necesario determinar los puntos más importantes a analizar como los puntos críticos, que pueden ser apoyos de vigas y columnas expuestos a fuerzas continuas que soportan los elementos que la integran a dicha estructura. Se utiliza este método identificado por sus siglas LRFD (método de factores de carga y resistencia) para el análisis estructural. En el presente análisis se debe encontrar una carga última la cual estará soportando los componentes que integran la estructura (fuerza de trabajo) y se comparará con la fuerza contraria que vendría a ser la resistencia del diseño de la estructura, en la cual la resistencia de diseño tiene que ser mayor a la última carga, de esta manera se define que la estructura no fallara, luego como es común se comenzara un acero estructural ASTM A-36. Las columnas y vigas estarán sometidas a tracción y flexión, los soportes a compresión y algunos a tracción. La figura 18 nos da una idea de los soportes del cilindro hidráulico.

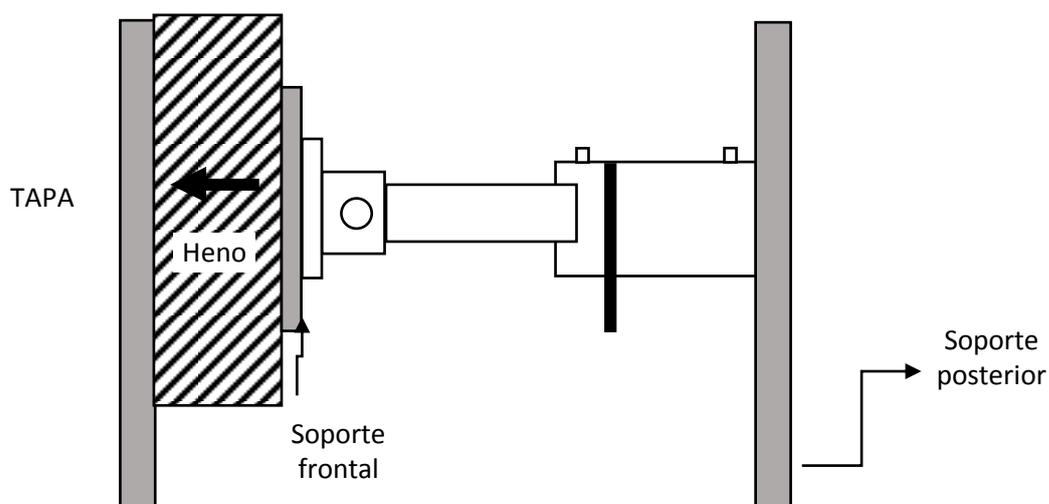


Figura 19. Previo esquema de soportes del sistema compactador.

Analizaremos los soportes tanto posterior como frontal, que se muestran en la figura 19.

Para los soportes del cilindro se cuenta con los parámetros del cilindro hidráulico seleccionado. Con lo cual se trabaja dimensionando los componentes de la siguiente manera como se indica en la figura 20

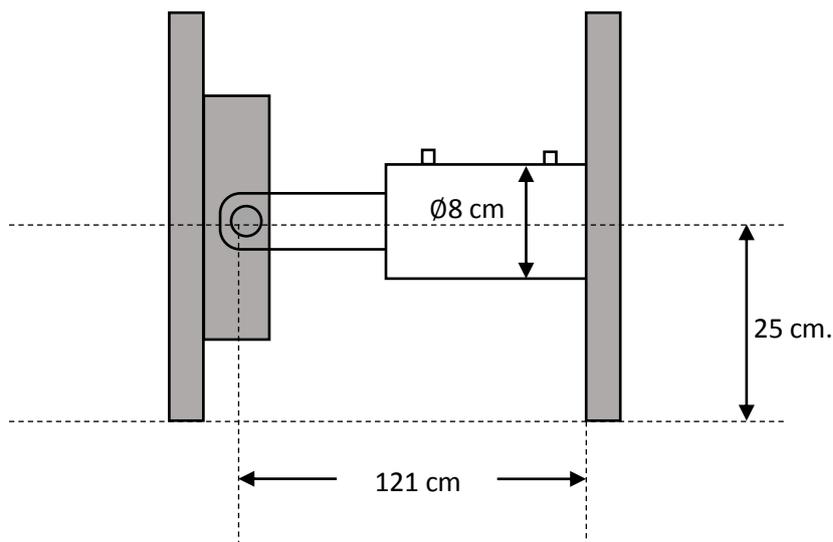


Figura 20 Previo esquema del sistema compactador mostrando distancias de soportes.

Los soportes del cilindro hidráulico serán de Brida, proporcionada por el fabricante, en la parte posterior, la cual serán empernada en una plancha que el método usado (LRFD) determinará el material tanto para el soporte frontal y posterior.

- **Dimensionando el soporte posterior del actuador.**

Al usar el presente método (LRDF) se tiene que analizar las dos maneras en las que trabaja el actuador, que es a tracción y al momento flector, y se analiza cual es el más débil o crítico para poder determinar el material y las medidas óptimas para su mejor desempeño.

A) Analizando la resistencia en tracción.

Hallando la Resistencia Requerida (U) -para eso se emplea la fórmula.

$$U = 1.2D + 1.6 x L$$

D = normalmente se considera el peso de la estructura (carga muerta)

L = Fuerzas que actúan sobre la estructura (carga viva)

Nota. - La carga muerta normalmente no se toma en cuenta por ser pequeña, enfrentándola con la carga viva (L = 67,468 N)

$$U = 1.6 x L$$

$$U = 1.6 x 67,468 \text{ N}$$

$$U = 107948.8 \text{ N}$$

Encontrando la Resistencia de Diseño (N).

Para definir el perfil adecuado en nuestro diseño utilizamos la ecuación:

$$N = \phi x A_s x F_y$$

ϕ = (tracción 0.9)

A_s = (área de la Brida)

F_y = Límite de fluencia del material usado

El área de la superficie de contacto es como se indica en la figura 20 toda la parte achurada.

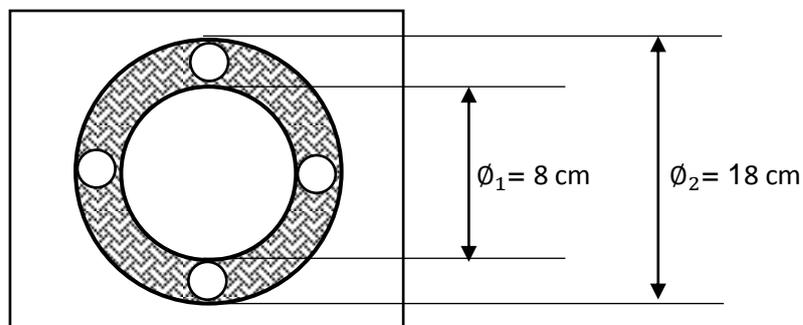


figura 21 Área de contacto del soporte del cilindro

Los pernos utilizados para sujetar la brida serán de 5/8 pul

$$\phi_{perno} = 1.58 \text{ cm} \quad A = \frac{\pi(d_p)^2}{4}$$

Y serán 4 pernos.

Tenemos entonces 4 agujeros en la Brida para pernos, por lo tanto el área efectiva A_s será:

$$A_s = \left[\frac{\pi(d_2)^2}{4} - \frac{\pi(d_1)^2}{4} \right] - \frac{4(\pi d_{pernos}^2)}{4}$$

$$A_s = \left[\frac{3.1416(18)^2}{4} - \frac{3.1416(8)^2}{4} \right] - \pi(1.58)^2$$

$$A_s = 196.36 \text{ cm}^2 \quad A_s = 19,636 \text{ mm}^2$$

Tenemos entonces que la resistencia requerida será

$$N = 0.9 \times 19,636 \text{ mm}^2 F_y$$

de acuerdo a la condición

$$N > U$$

$$f_y \times 0.9 \times 19636 \text{ mm}^2 > 107948.8 \text{ N}$$

$$f_y = 6.1083 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y > 6.1083 \text{ N/mm}^2$$

Con esta condición calculada, se determina el material para el soporte, que es un acero ASTM A-36

$$f_y = 250 \text{ N/mm}^2$$

B) Resistencia al Momento Flector.

- Hallando la resistencia requerida (M_u).

$$M_u = 1.2 \times M_D + 1.6 \times M_L$$

$$M_D = D \times H \quad M_L = L \times H$$

Donde:

M_D y M_L = Momento debido a las cargas permanentes.

D = (carga permanente)

L = (sobrecarga)

H = altura específica, $H = d - (a/2)$

Se mide desde de base del soporte hasta el centro del actuador y tomando en cuenta el centro del actuador tenemos la figura 21

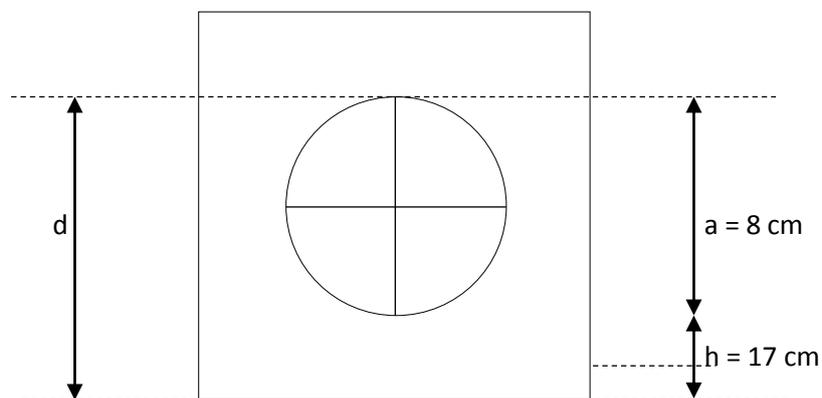


Figura 22 Diagrama de soporte posterior con las medidas respectivas.

La altura específica estaría dada por:

$$H = d - (a/2) = 25 - (a/2)$$

$$H = 21 \text{ cm} = 210 \text{ mm}$$

Carga viva ($L = 67,468 \text{ New}$) y habiendo definido la altura específica, se determina la resistencia requerida " M_U "

$$M_U = 1.6 \times L \times H = 1.6 \times 67468 \text{ New} \times 210 \text{ m.m.}$$

$$M_U = 22'669,248 \text{ New} \times \text{m.m.}$$

Hallando la Resistencia de Diseño (M_N)

$$M_N = \phi \times A_s \times f_s \times e$$

$\phi =$ (corte y torsión = 0.75)

$A_s =$ ($A_s = 19,636 \text{ mm}^2$)

$f_s =$ (250 N/mm^2)

$e =$ Viene hacer la medida del espesor del material

Se realiza la operación

$$M_N = 0.75 \times 19,636 \text{ mm}^2 \times 250 \text{ N/mm}^2 \times e$$

$$M_N = 3'750 \times e \text{ N}$$

Como ya se conoce la condición:

$$M_N > M_U$$

$$e \times 3681,750 \text{ N} > 22669248 \text{ N.m.m.}$$

$$e > 6.1571 \text{ m.m.}$$

Bastaría seleccionar el material con un espesor de $\frac{1}{4}$ de pulgada, pero para mayor seguridad se escoge un espesor de $\frac{3}{8}$, de esta manera obtenemos el soporte posterior.

Establecemos una altura de 50 cm. para soldar en las vigas y lo hacemos por la misma dimensión del Ancho del sistema que también es 50 cm. para contener y permitir algún esfuerzo más adelante, como se muestra en la figura 22

Plancha para soporte de cilindro con brida.

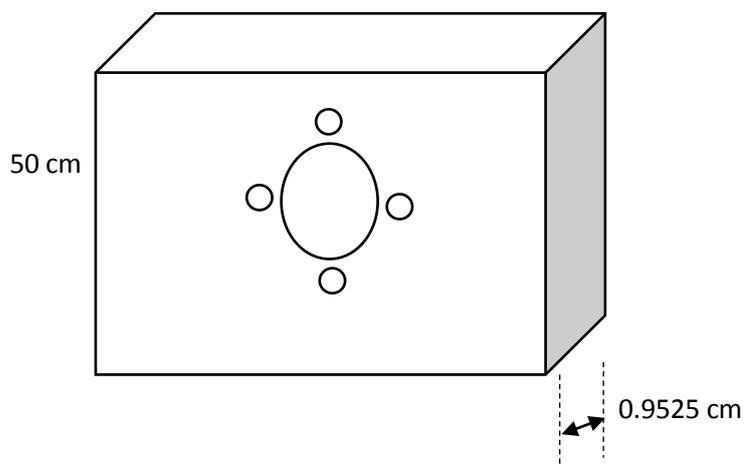


Figura 23 Acero ASTM A-36 Espesor de soporte

3.6.3 Dimensionamiento del Pin para Bisagras y Seguro de Puerta.

Calculando fuerzas cortantes (v) la fuerza ejercida por el vástago está distribuida por toda la placa de compresión, y esta a su vez por todo el heno el cual al compactar ejercerá una fuerza cortante que se repartirá entre el pin del seguro de la puerta y el pin de la bisagra. sabiendo que la fuerza en el vástago es de 67.4KN tenemos la siguiente ecuación:

$$2(v) = 67.4 \text{ Kn}$$

$$V = 67.4 / 2$$

$$V = 33.7 \text{ Kn}$$

Donde

V = fuerza cortante sobre pin tanto de bisagra como de seguro de puerta

Esfuerzo al cortante máximo

$$\delta_{\text{máx.}} = 0.5 S_y$$

Donde

$$S_y = 240 \text{ MP}$$

$$\delta_{\text{máx.}} = 0.5 \times 240 \text{ MP}$$

$$\delta_{\text{máx.}} = 120 \text{ MP}$$

Tomaremos un factor de seguridad de

$$F_s = 3$$

$$\delta_{\text{pin}} = \delta_{\text{máx.}} / 3$$

$$\delta_{\text{pin}} = 120 / 3$$

$$\delta_{\text{pin}} = 40 \text{ MP}$$

Determinaremos el diámetro para los pines en su forma más mínima (una fuerza cortante y dos áreas de resistencia)

$$\delta_{\text{pin}} = V / 2A = 40 \text{ MP}$$

$$\delta_{\text{pin}} = V / 2(\pi d^2) / 4$$

$$\delta_{\text{pin}} = 2(33.7 \text{ KN}) / \pi d^2$$

$$40 \text{ MP} = 2(33.7 \text{ kn}) / \pi d^2$$

$$d^2 = 2(33.7 \times 10^3 \text{ N}) / \pi \times 40 \times 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$d = 23 \text{ mm}$$

Se tomaría un diámetro de 1 pulgada por ser medida comercial.

3.6.4 Cálculo de Soldadura.

La fuerza ejercida por el pistón hidráulico es de 67.4 KN. La cual se repartirá por toda la estructura de la prensa que consta de 32 platinas de $\frac{1}{4} \times 3$ " pulg., tenemos entonces:

$$F_{platina} = \frac{F_v}{N^{\circ} platinas}$$

$$F_{platina} = \frac{67.4 \text{ KN}}{32 \text{ plat.}}$$

$$F_{platina} = 2.10 \text{ KN/Platina}$$

$$1 \text{ Kip} = 1000 \text{ lb}$$

$$1 \text{ n} = 0.22482 \text{ lb}$$

$$F_{platina} = 0.472 \text{ Kip}$$

Características de la platina

Acero ASTM A-36

SAE 145 HR

Seleccionamos el electrodo E6011 de $\frac{3}{8}$ para realizar el trabajo de soldadura

Las platinas estarán soldadas a filete y por toda su línea apoyada sobre las abrazaderas que también son de 3 pulg.

Tenemos entonces:

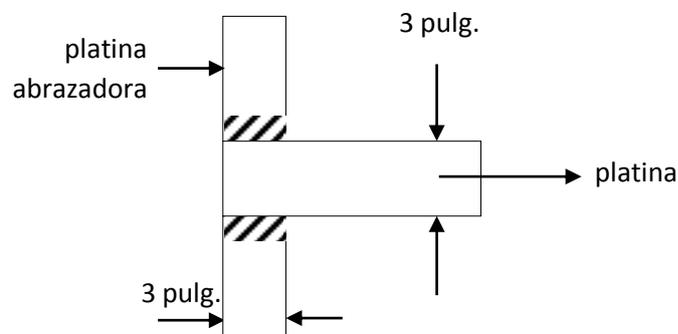


figura 24 La parte achurada es donde se ubica el cordón de soldadura.

$h = \frac{3}{8}$ pulg.

$l = 3$ pulg.

La soldadura será en ambos lados.

De la tabla A-9 (ver anexos) (Richard G.) nos da la fuerza unitaria por pulgada del electrodo

La fuerza permisible unitaria del electrodo 6011 de 3/8 es 4.47 Kip/pulgada entonces:

$$F = 4.47 \text{ kip/pulg} \times L$$

$$F = 4.47 \text{ kip/pulg} \times 6 \text{ pulg.}$$

$$F = 28.62 \text{ kip}$$

que vendría a ser la fuerza que soporta la soldadura

Como $28.62 \text{ kip} > 0.472$. El metal de aporte de la soldadura es suficiente

-Verificación al cortante en la unión adyacente a las soldaduras de la tabla 9-4 y A-20, tenemos:

ASTM A-36 SAE 1045 HR

De la tabla A-20 tenemos

$$S_y = 45 \text{ Kpsi}$$

-El esfuerzo cortante permisible en la unión es:

por tabla (Tabla 9-4)

$$\tau_{per} = 0.4 (S_y)$$

$$\tau_{per} = 0.4 (45 \text{ kpsi})$$

$$\tau_{per} = 18 \text{ Kpsi}$$

-El esfuerzo cortante τ en el metal base adyacente a la soldadura es:

$$\tau = \frac{F}{2hl}$$

Donde:

F = fuerza en la platina

h = garganta de soldadura

l = longitud soldada

$$\tau = \frac{0.472 \text{ kip}}{2(0.375) 3}$$

$$\tau = 0.209 \text{ Kpsí}$$

Como $\tau_{per} \geq \tau$. La unión es satisfactoria cerca de los cordones de soldadura.

-El esfuerzo de tensión en el cuerpo de la unión es

$$\sigma = \frac{F}{tl}$$

Donde:

t = Espesor de la platina, (1/4")

l = largo de la soldadura (3")

$$\sigma = \frac{0.472 \text{ Kip}}{\frac{1}{4} \text{ pulg} \times 3 \text{ pulg}}$$

$$\sigma = 0.629 \text{ Kpsí}$$

Según la tabla 9-4, el esfuerzo de tensión permisible es:

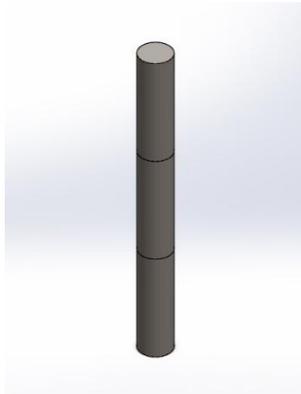
$$\sigma_{per} = 0.6S_y$$

$$\sigma_{per} = 0.6(45 \text{ Kpsí})$$

$$\sigma_{per} = 27 \text{ Kpsí}$$

Tenemos $\sigma_{per} \geq \sigma$ el esfuerzo entonces es satisfactorio

3.7. Simulación Solidworks



Simulación de PASADOR BISAGRA

Fecha: domingo, 15 de julio de 2018

Diseñador: BORIS

Nombre de estudio: UCV-AE-PASADOR BISAGRA

Análisis estático

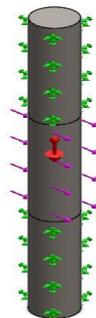
Acción a realizar

Simulación de pasadores para bisagra de puerta por criterio de Von Mises.

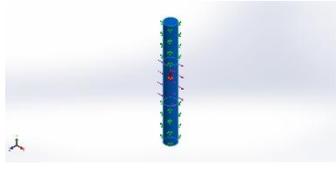
Suposiciones

Para simplificar la simulación del modelo, se considera los apoyos como fijos, sin embargo, en la realidad trabajan como bisagras con topes laterales.

Denominación del elemento



Elemento: PASADOR BISAGRA

Sólidos			
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Características físicas	derrotero
Línea de partición1 	Sólido	Masa:0.236795 kg Volumen:3.01649e-05 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:2.32059 N	C:\Users\USERR\Desktop\HCH\PASADOR BISAGRA.SLDPRT Jul 15 21:20:23 2018

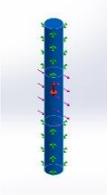
Propiedades de estudio

Nombre de estudio	UCV-AE-PASADOR BISAGRA
Fricción	desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Gran desplazamiento	Desactivar
Opción de unión rígida incompatibles	Automático
Desahogo inercial	Desactivar
Muelle blando	Desactivar
Efecto de rigidización por tensión	Desactivar
Tipo de solver	FFEPLUS
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde solidworks flow simulation	Desactivar
Temperatura a tensión cero	298 Kevin
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Efecto térmico	Activar
Malla tipo	Solida
Análisis tipo	Estatico
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\USERR\Desktop\HCH)

Unidades

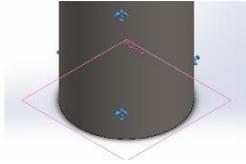
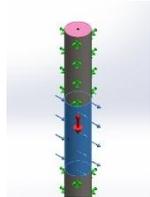
Sistema de unidades:	(MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	
Velocidad angular	
Presión/Tensión	N/m ²

Características físicas del elemento

Elemento Pin	Características	Componentes
	<p>Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Desconocido</p> <p>Límite elástico: 5.3e+08 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 6.25e+08 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2.05e+11 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.29</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 8e+10 N/m²</p> <p>Coefficiente de dilatación térmica: 1.2e-05 /Kelvin</p>	<p>Sólido 1(Línea de partición1)(PASADOR BISAGRA)</p>

Fuerzas y Fijaciones

Nombre de fijación	Idea de fijación	Descripción de la sujeción		
Fijo-1		<p>Entidades: 2 cara(s) Geometría fija</p>		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-16866.8	2.22304	0.0973119	16866.8
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Fuerza	Identificación	Características de la fuerza
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: m/s ²
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: 16867, ---, --- N

Datos del enmallado

tipo	Malla sólida
Clasificación	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Medidas de elementos	2.21531 mm
Medida de soldadura	0.110765 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Descripción de enmallado

nodos	28942
elementos	19116
Cociente máximo de aspecto	3.8721
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	99.9
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0

% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
	

Reacciones de fuerzas

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Elemento completo	N	-16866.8	2.22304	0.0973119	16866.8

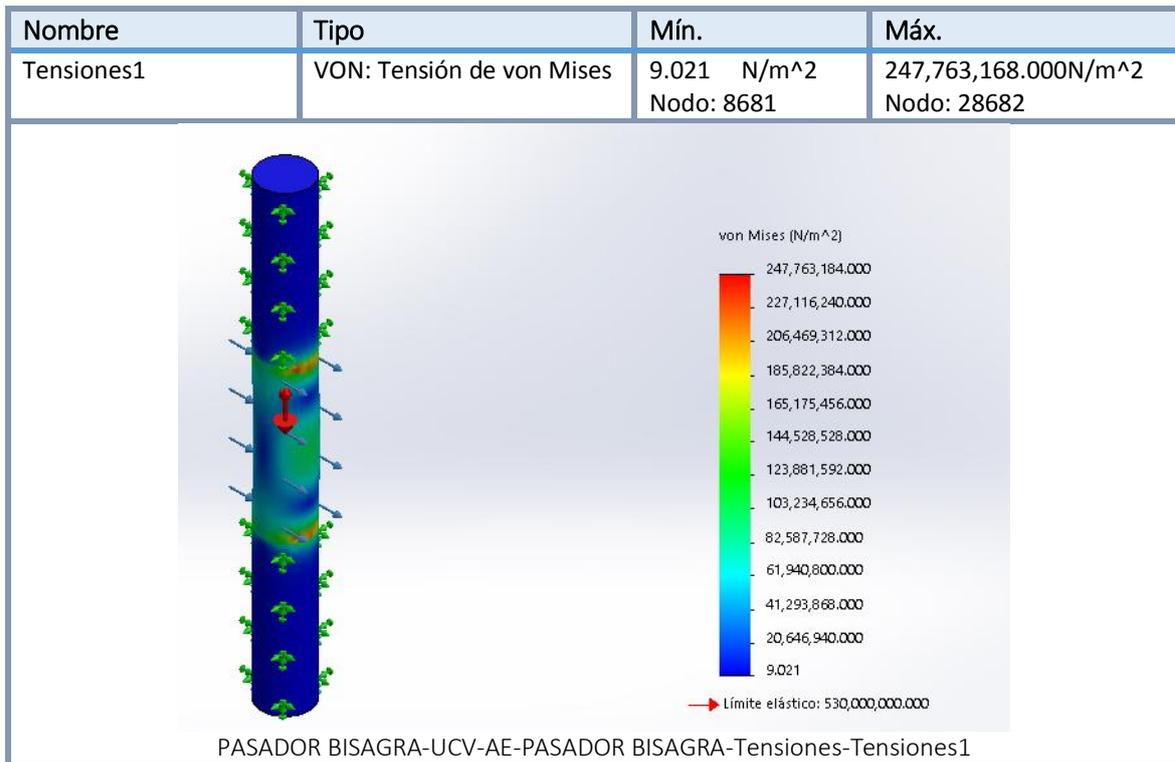
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

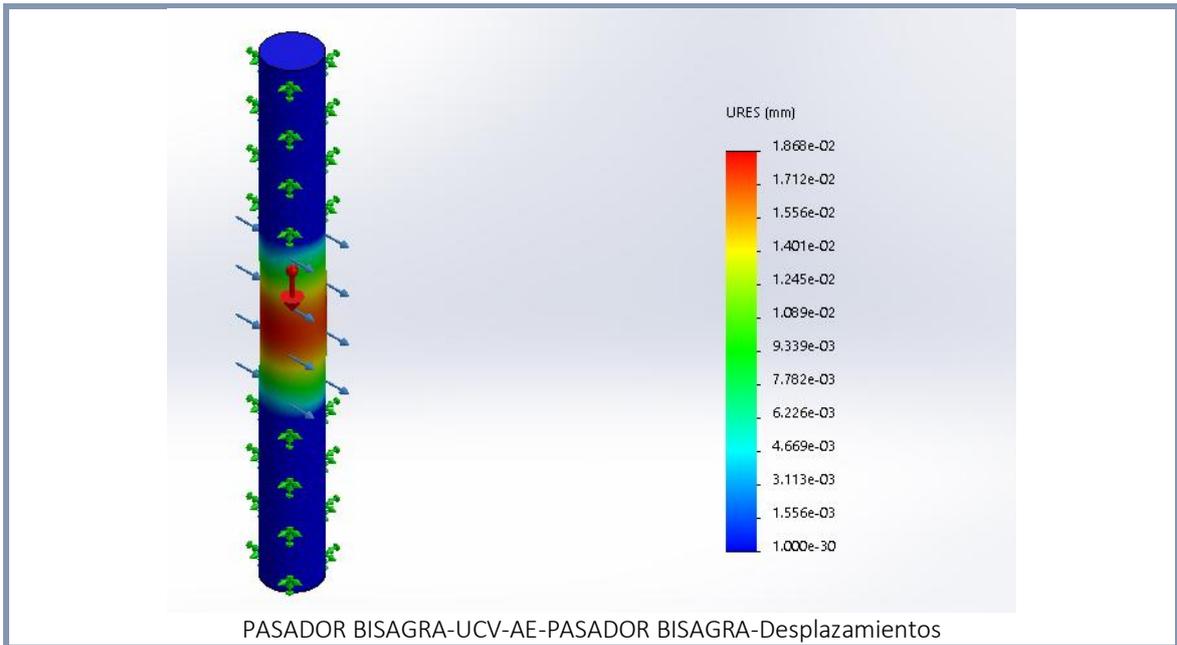
Vigas

No hay datos

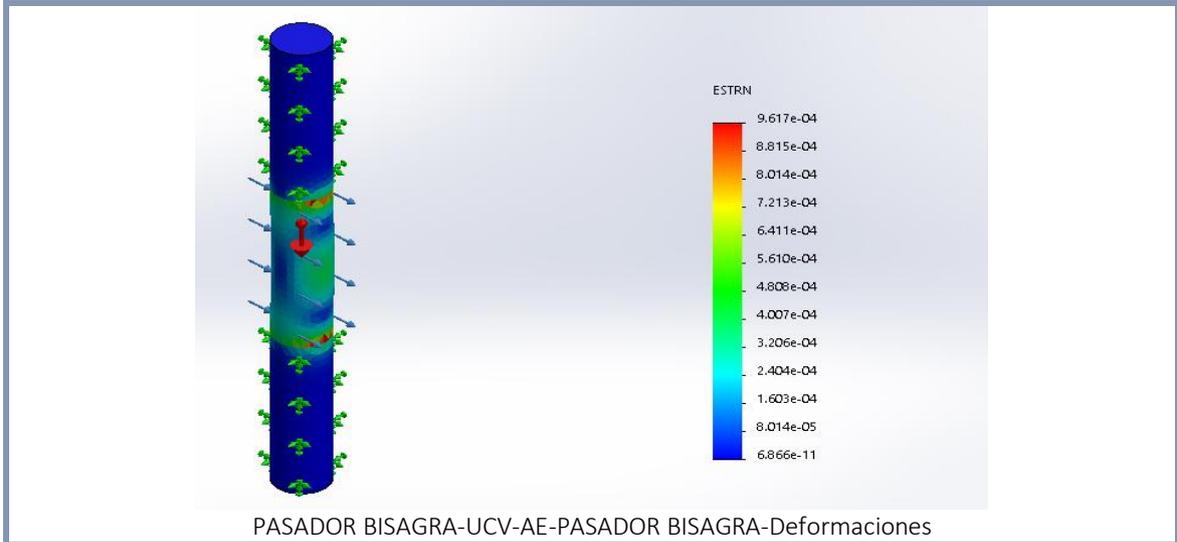
Resultados del estudio



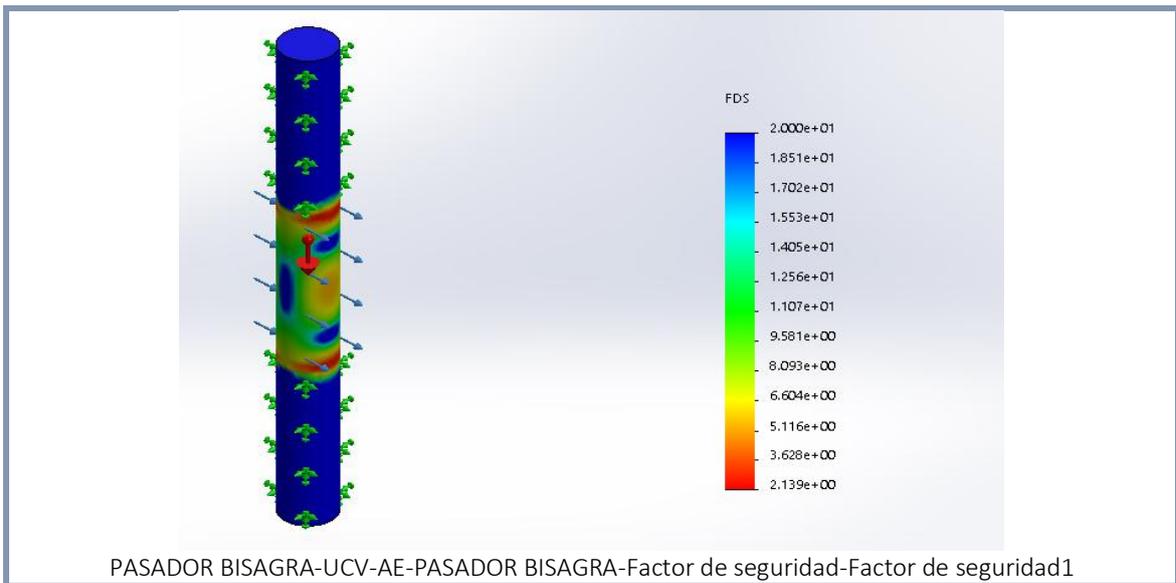
Identificación	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES movimientos de interés	0.000e+00 mm Nodo: 1	1.868e-02 mm Nodo: 451



Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	6.866e-11 Elemento: 7199	9.617e-04 Elemento: 8045

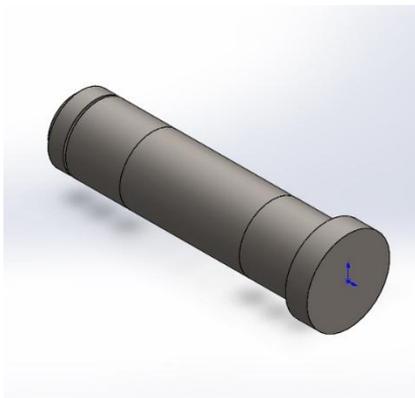


Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Factor de seguridad1	Esfuerzo de von Mises máx.	2.139e+00 Nodo: 28682	2.000e+01 Nodo: 1



Conclusión

El factor de seguridad mínimo de este elemento evaluado por el criterio de Von Mises es de 2.319 un valor aceptable. Para esta simulación se consideró el material un SAE 1045 el cual tiene una Resistencia a la fluencia de 530 MPa. En conclusión, el elemento no falla bajo la carga solicitada.



Descripción

SIMULACIÓN DE PASADOR PARA PISTON por criterio de Von Mises.

Simulación de PIN LADO CILINDRO

Diseñador: BORIS

Nombre de estudio: Análisis estático

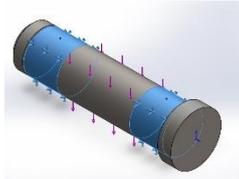
Propiedades de estudio

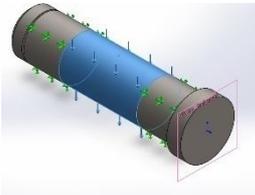
Nombre de estudio	Análisis estático 2
Tipo de análisis	Análisis estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SOLIDWORKSFlowSimulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Automático
Gran desplazamiento	Activar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SOLIDWORKS (C:\Users\USERR\Desktop\HCH)

Unidades

Sistema de unidades:	(MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Presión/Tensión	N/m ²

Fuerzas y sujeciones

Denominación	Idea	descripción		
Fijo-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.639645	67467.8	0.0436637	67467.8
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

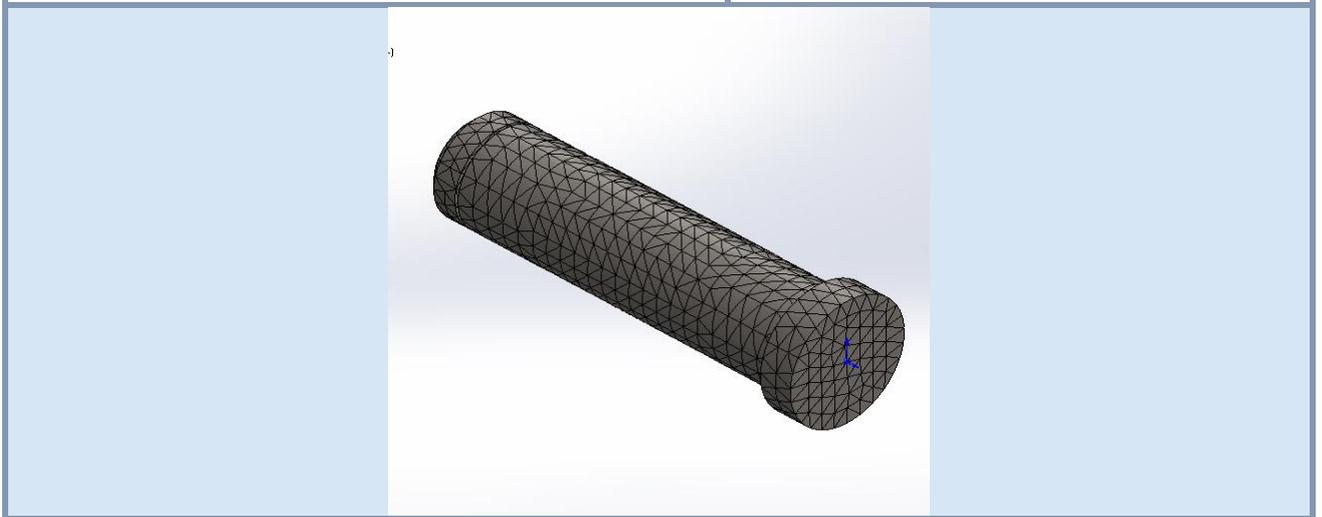
Fuerza	Identificación	Características
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s), 1 plano(s) Referencia: Vista lateral Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -67468, --- N

Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estándar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	4.5741 mm
Tolerancia	0.228705 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	10133
Número total de elementos	6451
Cociente máximo de aspecto	4.783
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	97.6
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	0
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:01
Nombre de computadora:	



Fuerzas resultantes

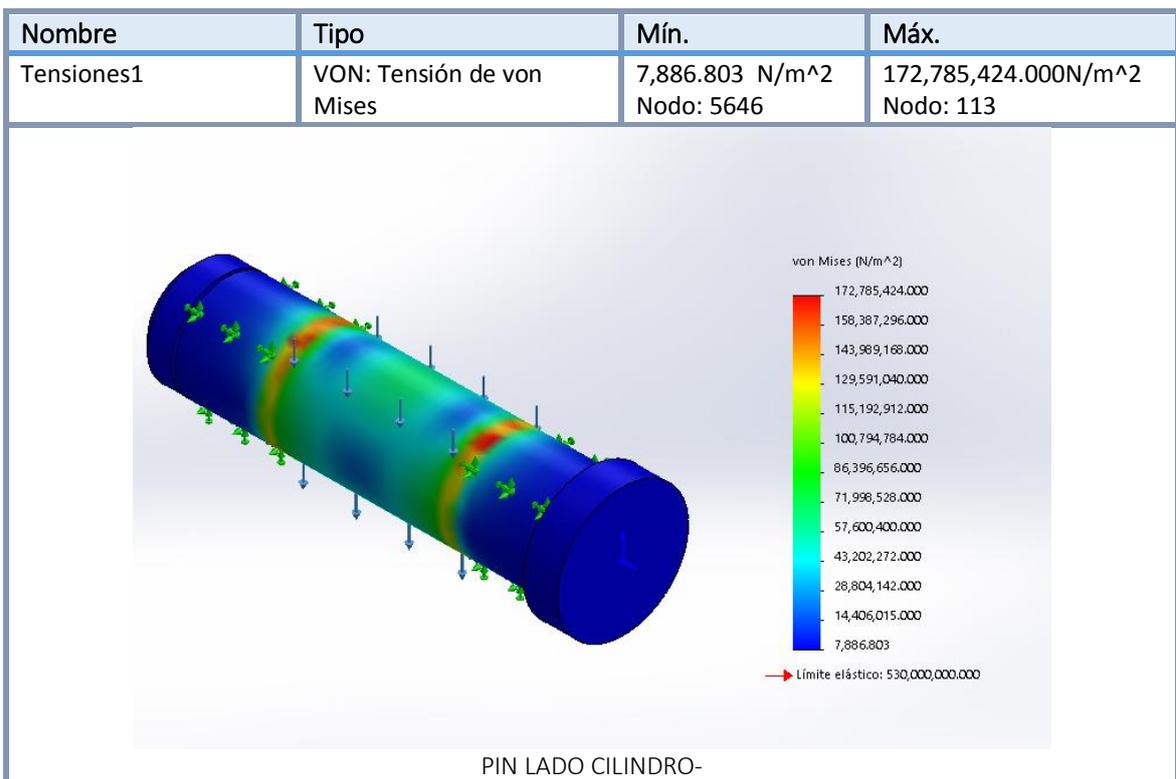
Fuerzas de reacción

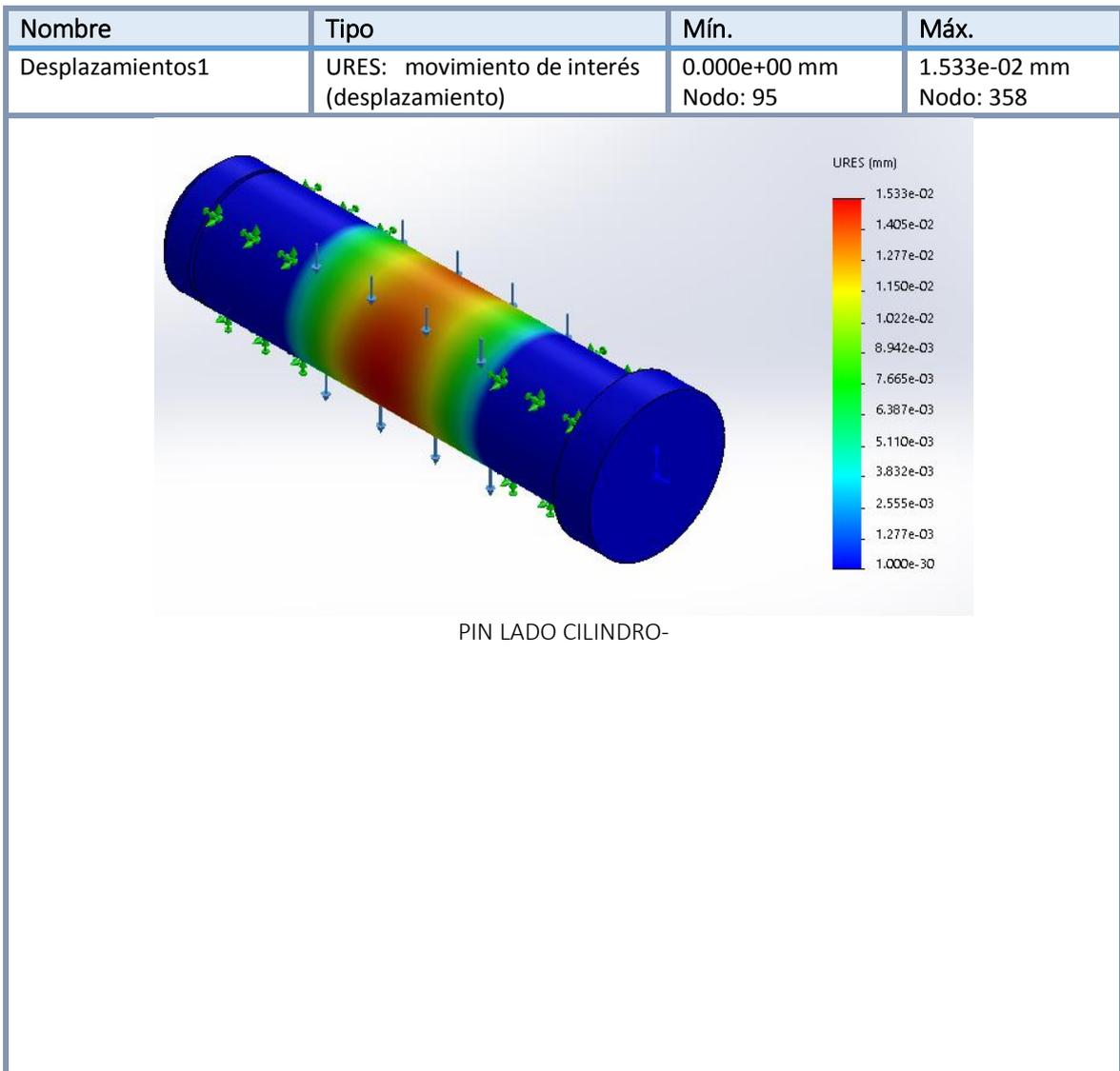
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.639645	67467.8	0.0436637	67467.8

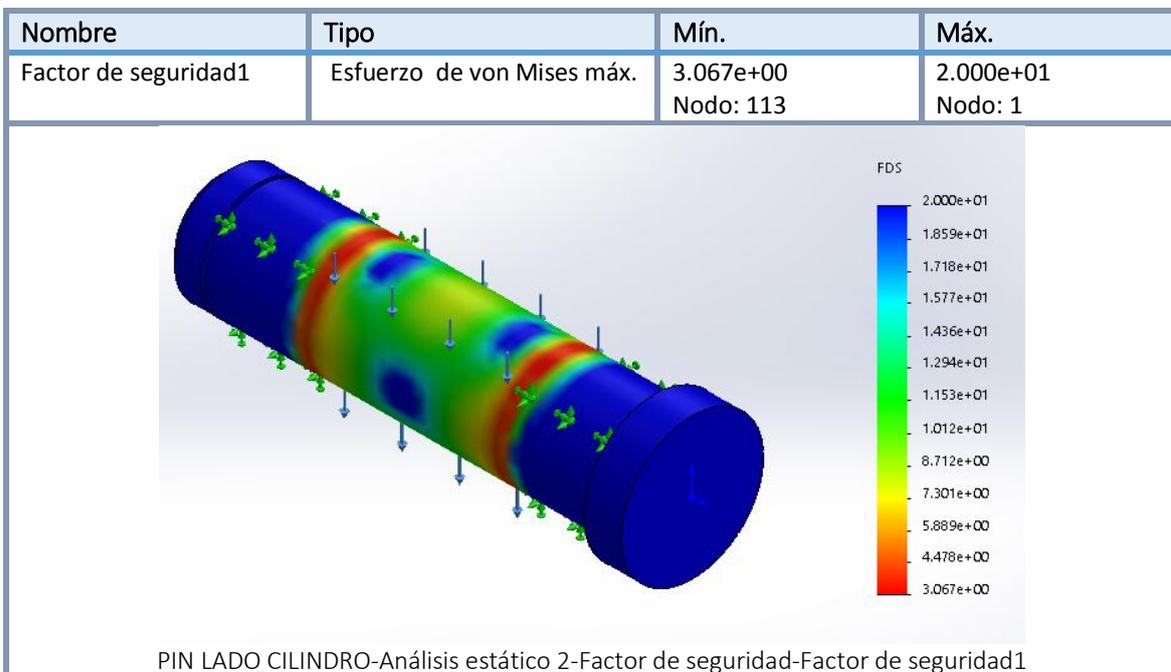
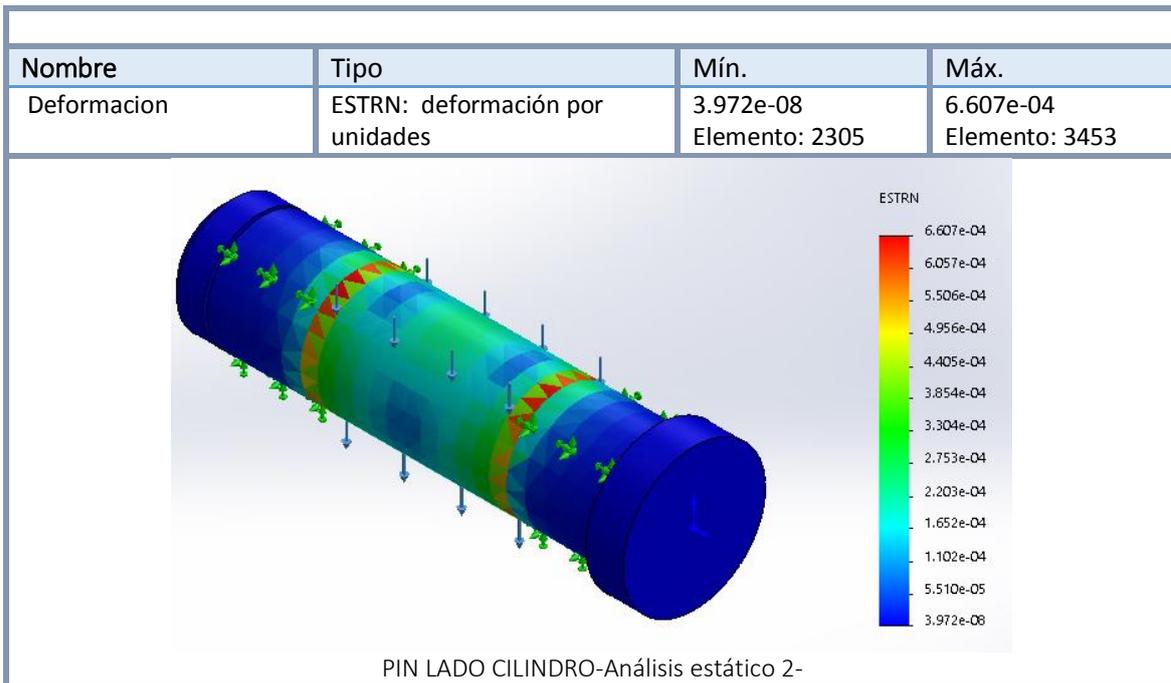
Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	0	0	0	0

Resultados del estudio

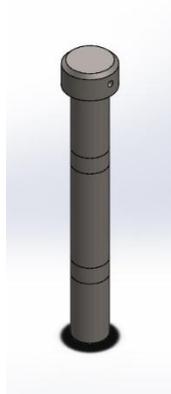






Conclusión

El factor de seguridad mínimo de este elemento evaluado por el criterio de Von Mises es de 3.067 un valor alto, sin embargo, el fabricante de pistones sugiere este diámetro de pasador para dicho pistón. Para esta simulación se considera el material un SAE 1045 el cual tiene una Resistencia a la fluencia de 530 MPa. En conclusión, el elemento no falla bajo la carga solicitada.



Simulación de SEGURO

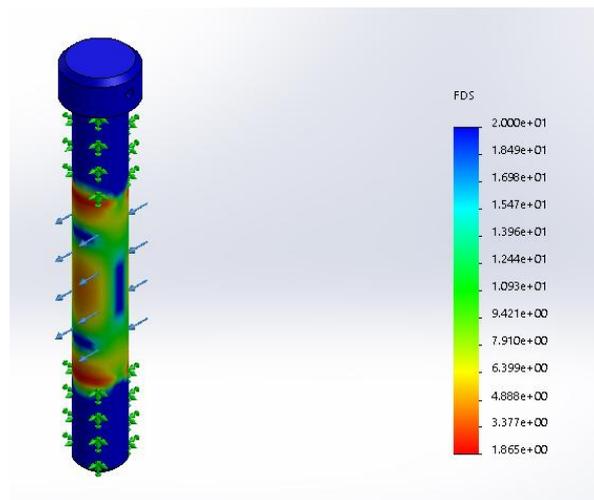
Diseñador: BORIS

Nombre de estudio: UCV-AE-SEGURO PUERTA

Tipo de análisis: Análisis estático

Descripción

Simulación de pasador para seguro de puerta de compartimento de compactación por criterio de Von Mises.

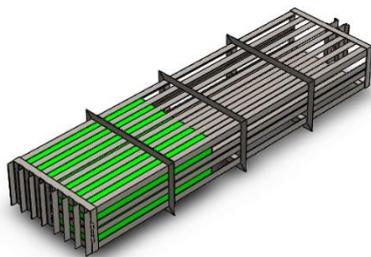


SEGURO-UCV-AE-SEGURO PUERTA-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

Conclusión

El factor de seguridad mínimo de este elemento evaluado por el criterio de Von Mises es de 1.865 un valor aceptable. Para esta simulación se consideró el material un SAE 1045 el cual tiene una Resistencia a la fluencia de 530 MPa. En conclusión, el elemento no falla bajo la carga solicitada.

Simulación de CAJÓN



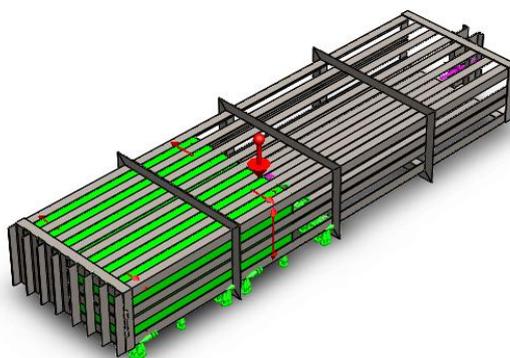
Diseñador: BORIS

Análisis estático 4 a partir de [Análisis estático 2 a partir de [UCV-AE-COMP-CAJ]]

Descripción

Simulación del modelo de una compactadora bajo criterio de Von Mises.

Información de modelo



Nombre del modelo: CAJÓN
 Configuración actual: Predeterminado

Sólidos

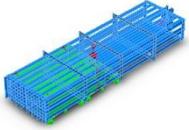
Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Saliente-Extruir14 	Sólido	Masa:0.169356 kg Volumen:2.1574e-05 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:1.65969 N	C:\Users\USERR\Desktop\HCH\CAJÓN.SLDPRT Jul 15 11:30:33 2018

<p>Saliente-Extruir20</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:611.16 kg Volumen:0.0778547 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:5989.36 N</p> <p>C:\Users\USERR\Desktop\HCH\CAJÓN.SLDPRT Jul 15 11:30:33 2018</p>
<p>Saliente-Extruir15</p> 	<p>Sólido</p>	<p>Masa:0.169356 kg Volumen:2.1574e-05 m³ Densidad:7850 kg/m³ Peso:1.65969 N</p> <p>C:\Users\USERR\Desktop\HCH\CAJÓN.SLDPRT Jul 15 11:30:33 2018</p>

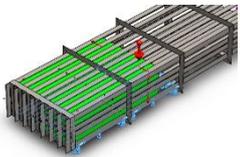
Unidades

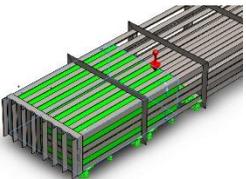
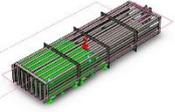
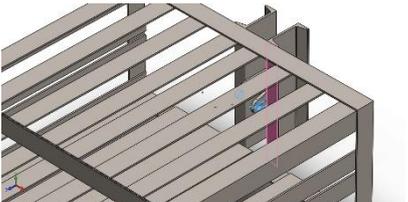
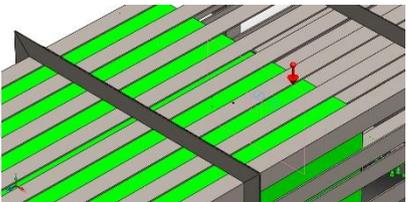
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Características del material

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	<p>Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 2.5e+08 N/m² Límite de tracción: 4e+08 N/m² Módulo elástico: 2e+11 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.26 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+10 N/m²</p>	<p>Sólido 6(Saliente-Extruir14)(CAJÓN), Sólido 8(Saliente-Extruir20)(CAJÓN), Sólido 9(Saliente-Extruir15)(CAJÓN)</p>

Fuerzas y sujeciones

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 15 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-4.93751	6007.17	64529.8	64808.8
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga		
Presión-1		Entidades: 5 cara(s) Tipo: Normal a cara seleccionada Valor: 122670 Unidades: N/m ² Ángulo de fase: 0 Unidades: deg		
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 -9.81 Unidades: m/s ²		
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -67468 N		
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -67468 N		

Información de contacto

Contacto	Imagen del contacto	Propiedades del contacto
Contacto global		Tipo: Unión rígida Componentes: 1 componente(s) Opciones: Mallado compatible

Información de malla

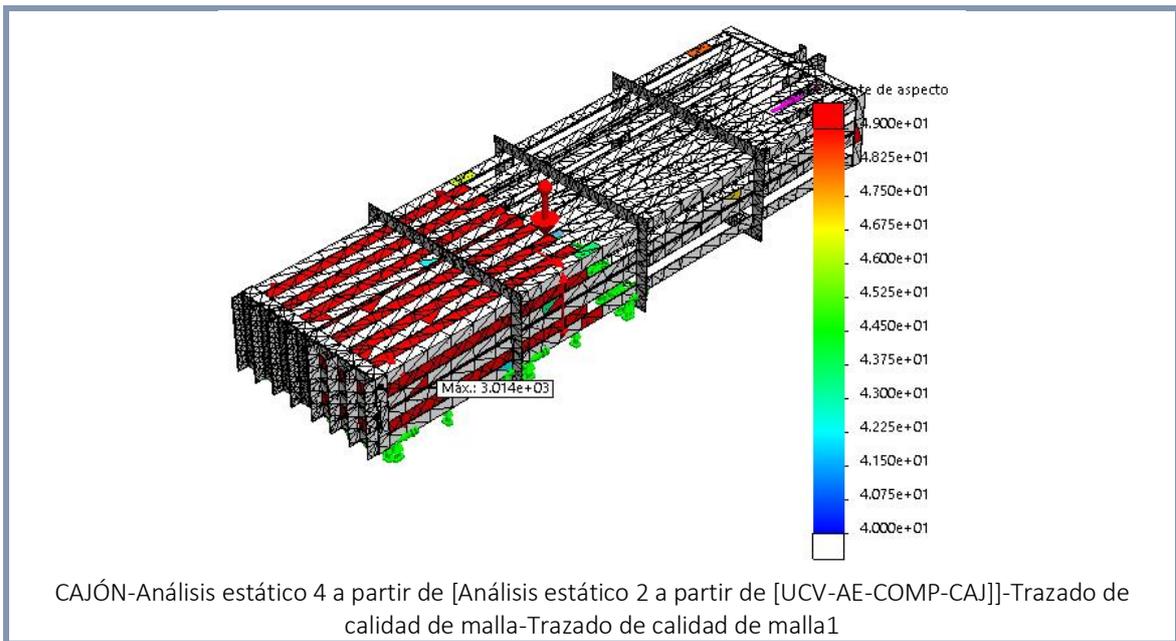
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	178.474 mm
Tamaño mínimo del elemento	35.6948 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Información de malla – Detalles

Número total de nodos	46405
Número total de elementos	22395
Cociente máximo de aspecto	3014.5
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	1.2
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	66.3
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0.00893
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:21
Nombre de computadora:	

Trazados de calidad de malla

Identificación	clase	Mín.	Máx.
Trazado de calidad de malla1	Cociente de aspecto	1.424e+00 Elemento: 17344	3.014e+03 Elemento: 11555



Fuerzas resultantes

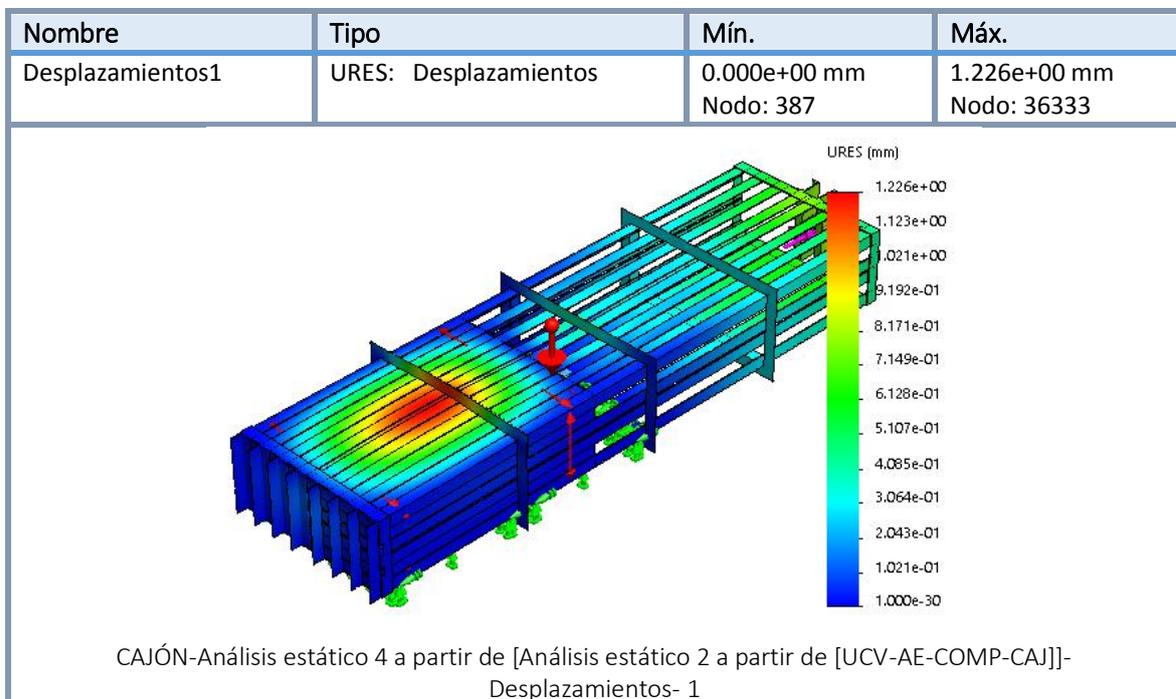
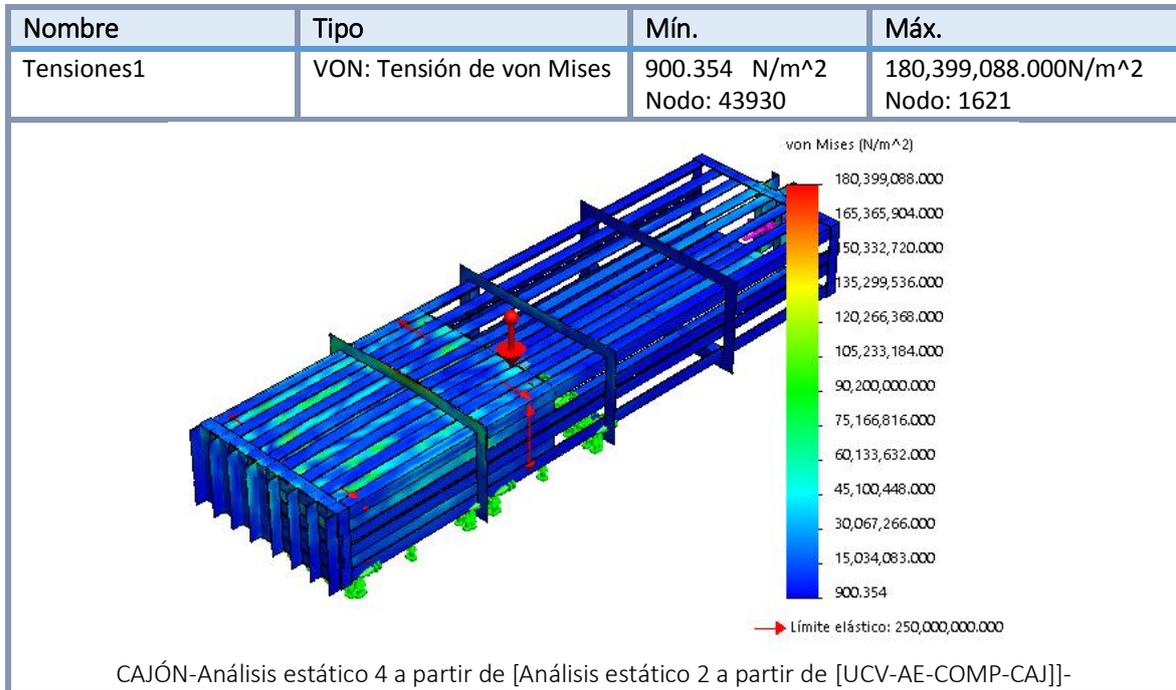
Fuerzas de reacción

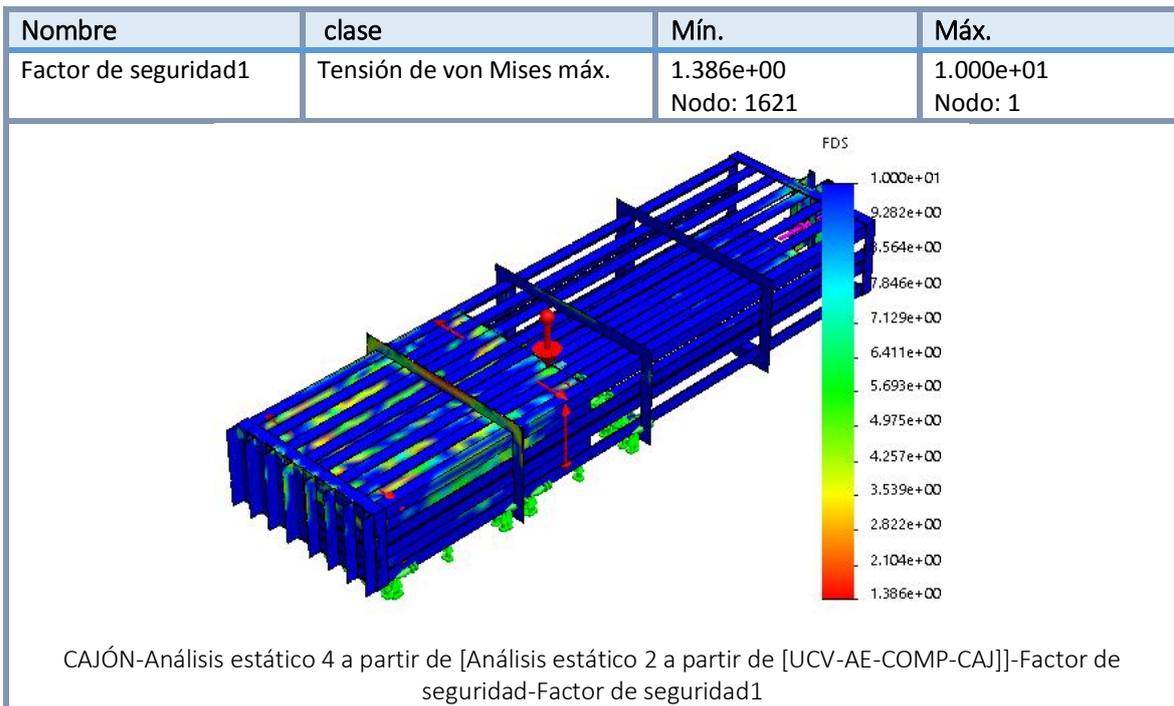
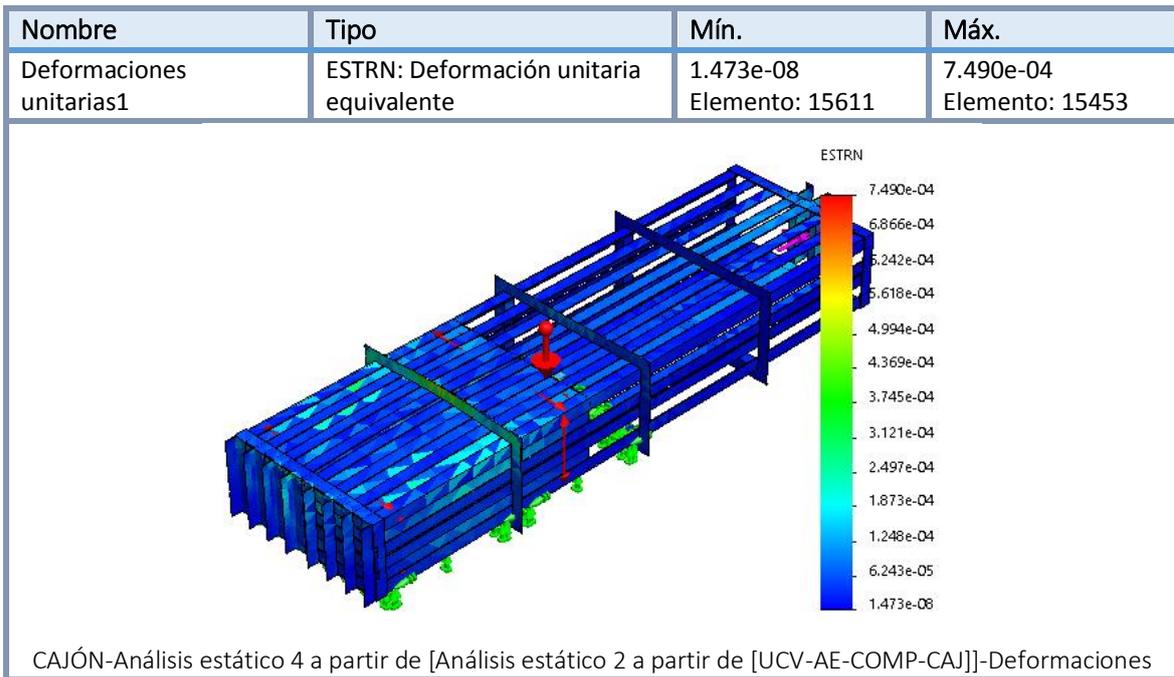
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Elemento completo	N	-4.93751	6007.17	64529.8	64808.8

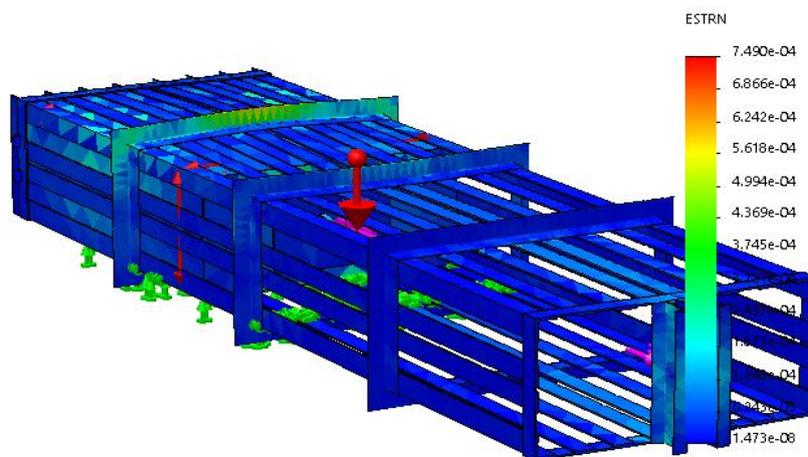
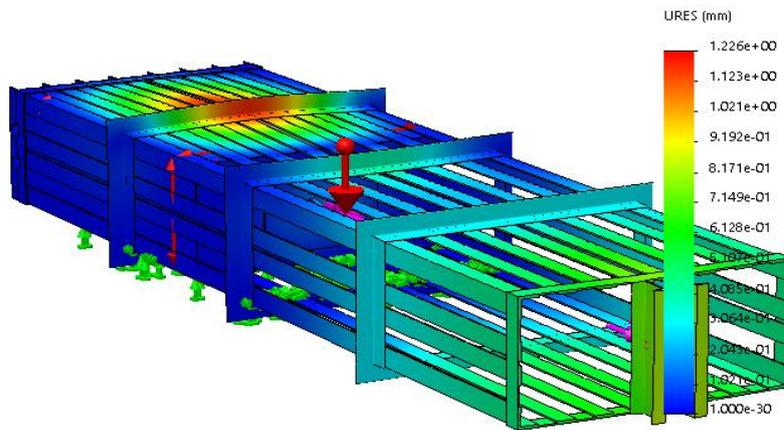
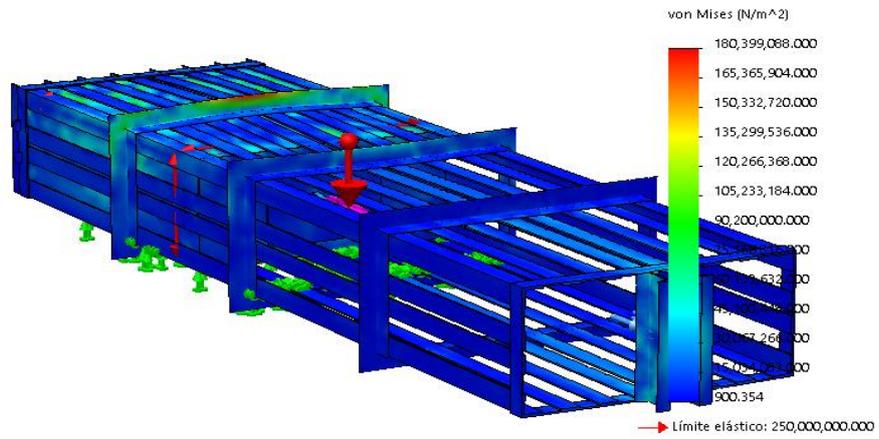
Momentos de reacción

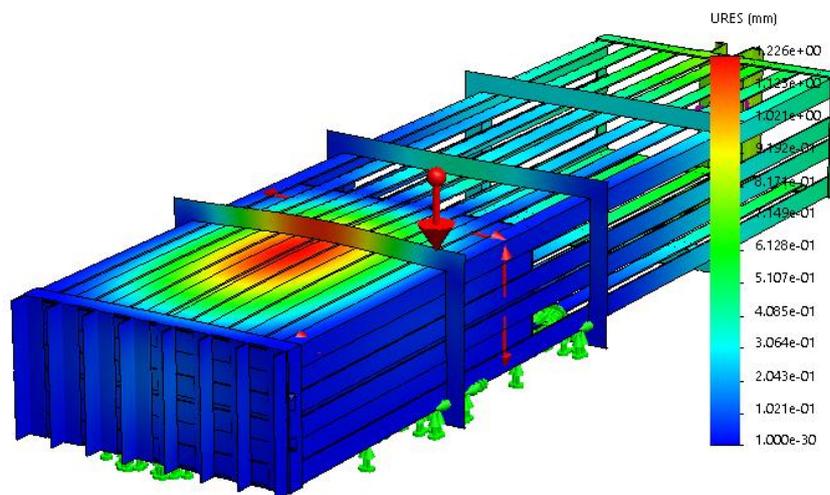
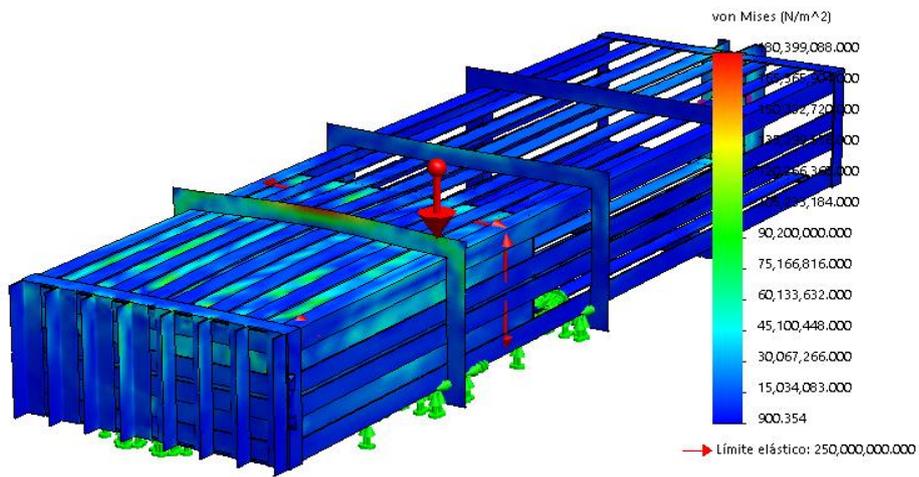
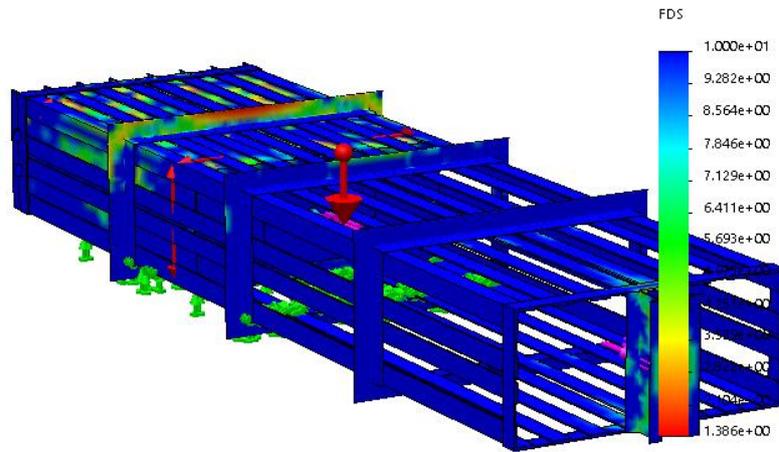
Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
total	N.m	0	0	0	0

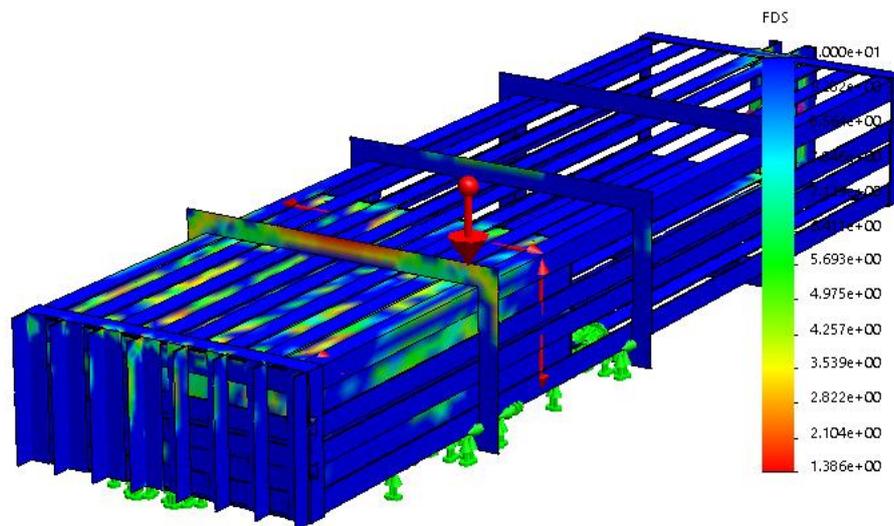
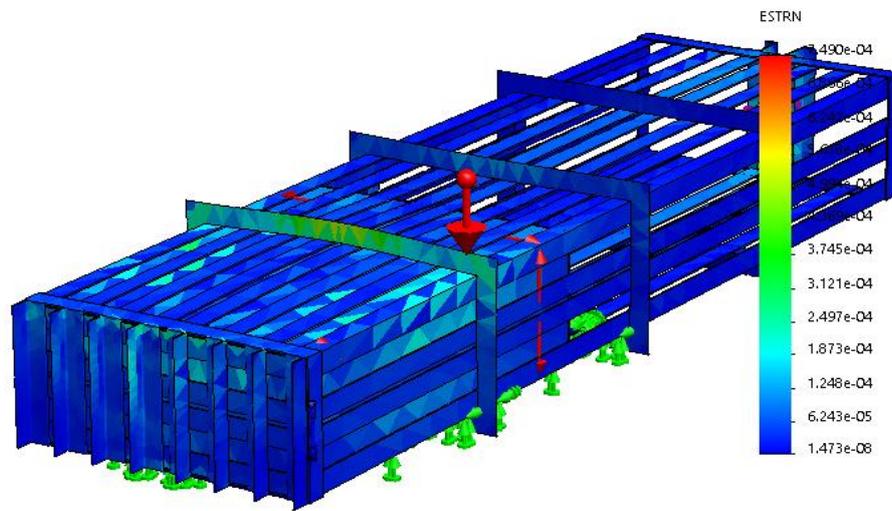
Conclusiones de la simulación











Conclusión

El cajón trabajará con un factor de seguridad mínimo de 1.39, lo cual se puede compensar o mejorar con una correa más de ángulo. El material de fabricación es un acero ASTM A36.

3.8. Evaluación Económica

En la tabla número 8 se muestra una lista de los materiales y del costo de los componentes para la construcción del sistema compactador.

Lista de materiales para sistema compactador

Descripción	Unidad	Precio
Platinas 3x1/4	12	200
Planchas A-36 50x50x1/4	2	100
Plancha A-36	1	50
Pernos	4	20
Electrodo 6011	5kg	50
bisagras	1	50
Pin	2	80
Cilindro Hidráulico	1	10000
Equipo Hidráulico	1	13000
Estructura de transporte	1	800
llantas	2	300
mangueras	2	350
Costo Diseño y fabrica		3000
Total, costos		28000

Tabla 8 Materiales a usar en sistema compactador (fuente propia)

En la tabla número 9 se muestra un análisis de ingresos aproximado de los movimientos del sistema compactador en producción bajo los siguientes cálculos, analizando por día, luego por mes de 10 días trabajados (al principio del negocio), para luego hacer un análisis aproximado de un año, pero con tiempos de trabajo mínimos.

Tabla de Movimientos en producción

Detalle	indicador	soles
Uso diario	6 horas	
Producción por día	48 pacas	
Precio por elaboración	1 paca	5
Ingreso Diario	48pacas x 5c/u	240
Gastos/día trabajado	100	-100
Ingreso de 10días/mes	140 x 10	1400
Ingreso anual aprox.	1400 x 12	16800

tabla 9 Aproximación de ingreso anual en su forma más mínima

En la tabla número 10 realizamos un cálculo de flujo de caja de tres periodos para poder determinar el VAN y el TIR.

Flujo de caja

Año	Mensual	Neto Anual
1	1400	16800
2	1500	18000
3	1541.67	18500

Tabla número 10 Flujo de caja para tres periodos (fuente propia).

Inversión = -28000

Tasa = 10%

Tabla del VAN y TIR

VAN	TIR
16048	39.79%

Tabla 11 Resultado de las fórmulas del VAN y del TIR.

Tenemos que la TIR > COK por lo tanto el proyecto es factible.

IV DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Durante el desarrollo de la tesis, se seleccionaron los equipos hidráulicos adecuados para ser montados en la estructura, los cuales han sido identificados a través de catálogos, para su futura adquisición. Los resultados de los análisis teóricos no siempre son los comerciales, esto hace que se tenga que realizar nuevamente el cálculo con el elemento comercial con sus respectivas características de funcionamiento y adecuarlas a las exigencias del diseño, como lo menciona la teoría del diseño, diciendo que es una actividad iterativa.
- La presión de compactado, al igual que la tesis de Gustavo Gil (2011), lo obtenemos del estudio realizado en la Universidad Nacional de Agronomía de la ciudad de Medellín Colombia, a través de su revista de la facultad de Agronomía Volumen 61 N° 2, cuyos autores experimentan la presión de compactado de heno y llegan a la conclusión que la presión óptima de compactado es de 122.67 Kpas. De igual modo, Joel Apolinario (2015) el dato del compactado lo obtiene de un estudio realizado dentro de la Universidad Católica del Perú, donde llegan a la conclusión que la pasta de fibro cemento debe tener una presión de 1 500 KN/m². En el estudio de Muñoz y Reyes ponen un tope de fuerza a su estudio el cual es de 20tn como fuerza máxima, es por eso que pueden ir directamente al catálogo e identificar su elemento necesario para su estudio. Se deja presente en este documento que el estudio realizado por Gustavo Gil es un prototipo a escala, pero en nuestro estudio del sistema compactador las medidas son reales, y ambos tomamos el dato de la misma presión de compactado de la paca.
- Para determinar el largo del vástago de nuestro cilindro hidráulico, se realizó un análisis de volumen entre el heno compactado y el heno sin compactar, llegando obtener una relación de volumen de 3 a1, por lo que se determina que el largo del vástago debe ser no menor de un metro. A diferencia de todos los estudios de antecedentes donde no es de suma

importancia el largo del vástago, lo que facilita la adquisición del actuador en la parte comercial, es más común ubicar un cilindro de carrera corta que ubicar un cilindro de carrera larga, en nuestro estudio se tuvieron que cambiar posiciones para seleccionar el cilindro hidráulico

- El cálculo de la fuerza del vástago lo obtuvimos determinando un área que sería una cara del fardo o paca por donde se ejercerá la fuerza para compactar, y con la presión de compactado que se tiene de dato, se llega a tener como resultado que la fuerza en el vástago es de 67468 N, igual método emplea Joel Apolinario que tiene por dato el área de su calamina de pasta de fibrocemento, obteniendo una fuerza en el vástago de 900 KN.
- El cilindro hidráulico se seleccionó con el largo del vástago adecuado para nuestro sistema y con su respectiva fuerza, identificándolo en el catálogo STS (suministros técnicos del Sur) bajo el código CICFAEI Ref. 704/10, cuyas características son presión máxima 200 bar, velocidad máxima 0.5 m/s y temperatura de Trabajo -30°C / $+90^{\circ}\text{C}$.
- El cálculo del caudal lo obtuvimos mediante el tiempo de compactado que es de 30 segundos, reduciendo de esta manera el tiempo de compactado de las máquinas tradicionales, determinando un caudal de 7.62 lit./min. Igual método emplea Apolinario, donde fija que en su prensa el recorrido del vástago será de un minuto. en los estudios de Muños y de Gil Gustavo el tiempo no es de importancia.
- Para la velocidad de prensado se determinó 30 segundos para poder superar a los tiempos de prensado con las maquinarias tradicionales las cuales tienen un tiempo de prensado mayor a 5 minutos. Con la reducción de este tiempo más la familiaridad esperada de hombre-máquina se espera lograr un aumento de producción de conformado de pacas de heno no menor de 8 pacas por hora, dependiendo mucho del adiestramiento del operario para realizar la operación de amarrado del fardo en el menor tiempo posible.

- La selección de la bomba hidráulica se obtuvo con el caudal y la presión de trabajo (175 bar) seleccionándolo del catálogo LARZEP diferente al estudio realizado por Apolinario donde utiliza dos bombas hidráulicas, una de alto caudal y otra de bajo caudal.
- El dimensionamiento del tanque lo obtuvimos multiplicando el caudal por 3 y aumentando un 30% al volumen para tener un mayor enfriamiento del aceite del tanque, este detalle de aumento del 30% del espacio del tanque no se observa en ninguno de los estudios de los antecedentes.
- La selección del motor está ligado directamente al caudal de la bomba y a la presión del trabajo del sistema hidráulico determinándose un motor de 3.250 HP. En el caso del estudio de Apolinario utiliza un motor de 20 HP, lo cual es razonable; pues tenemos mucha diferencia de presión de compactado.
- Como resultado de la búsqueda de los elementos hidráulicos, se determinó seleccionar la unidad hidráulica (Centralita) que se puede separar de la estructura y conectarla en el momento del trabajo, disponible en el catálogo LARZER con las siguientes características: accionado por gasolina, válvula adaptable de simple a doble efecto, seguridad interna de válvula (para tarar 175 bar) con la finalidad de anular sobre presiones, válvula limitadora de presión ajustable, bastidor incluido ruedas. Las cual es aplicable a nuestro diseño por ser una unidad transportable y que genera su propia energía, lo que no pudo lograr Apolinario en su estudio por ser una prensa demasiado pesada.
- En análisis de la plancha para la base del cilindro lo obtuvimos de acuerdo al análisis por el método de diseño de carga y resistencia (norma E 90) y teniendo las siguientes medidas 50largo x 50Ancho x 0. 61cm de espesor y se decide poner un espesor de ¼ pulgada de un acero ASTM A-36.
- En lo referente a la factibilidad económica se obtuvo un VAN aceptable (16048), para poder realizar el proyecto, la tasa interna de retorno TIR resulto también aceptable (39.79%) para evitar los riesgos de inversión con cálculos de ingreso en los más mínimos aceptables.

V. CONCLUSIONES

1. Se ha diseñado un sistema compactador hidráulico para el conformado de pacas de heno de alfalfa de 50x50x110, cuyas especificaciones son: 27 tn de capacidad nominal, 1m de carrera disponible, unidad de presión máxima de 200bar y 7.62 lit/min de caudal con un motor de 3.5 hp.
2. Se recopiló la información de lo concerniente al heno al empacar, obteniendo sus características y el tratamiento después del corte, para tener un heno de buena calidad, como la deshidratación, humedad aceptable, peso aproximado del bolo de heno, tamaño del fardo y peso promedio de la paca comercial.
3. En lo que respecta al sistema de empaque del heno de alfalfa, referente al estado de la tecnología, se identifica a la prensa utilizada más común en este tipo de trabajo, en base a esta herramienta es que realizamos las medidas para nuestro estudio.
4. Se elaboró la lista de exigencia, determinando los parámetros de diseño para el empaque de heno de alfalfa, teniendo como criterio principal el promedio de producción en lo referente al tiempo de conformado de pacas.
5. Se propuso tres alternativas de solución, una máquina con palanca accionada por el peso del operario, otra con las cadenas y poleas y la última por cilindro hidráulico, pero se descartó rápidamente las dos primeras por la demora en el tiempo y el esfuerzo de compactación del heno, por el método de evaluación de criterios.
6. Se realizaron los cálculos para el dimensionamiento de los componentes del sistema compactador y se detallaron sus características de trabajo logrando cumplir con las exigencias del proyecto.
7. Se utilizó Software, solidworks, para encontrar esfuerzos, resistencias y factor de seguridad. Logrando cumplir con las exigencias mecánicas del sistema.
8. Se realizó un análisis económico del proyecto logrando garantizar su factibilidad económica, con una TIR de 39%.

VI RECOMENDACIONES

- Los análisis del soporte del cilindro hidráulico están basados en el método (LRDF) de la norma E 090 Estructuras metálicas. también se puede usar el método (ASD) método de esfuerzos permisibles para corroborar los resultados.
- El material no siempre tiene que ser acero estructural A-36, en cuanto satisfaga el factor de diseño es factible utilizar Madera u otro elemento que este en disponibilidad.
- Se recomienda aplicar un sistema extractor de la paca elaborada, utilizando la fuerza de retroceso del cilindro hidráulico.
- Para mejorar los tiempos de elaboración de las pacas, será necesario que el operador adquiera práctica con la maquinaria para que pueda realizar rápidamente el amarrado del fardo.
- Este sistema está diseñado para heno de alfalfa, podrá ser usado para otros trabajos semejantes, pero no se recomienda excederse de los 175 bar de presión en el cilindro.
- En la lista de exigencias se describió que la maquina debe ser transportable, se recomienda montar el sistema sobre una estructura compuesta por ruedas que se aproxime a la altura de la cintura para facilitar la entrega del fardo.

VII REFERENCIAS

Alvares L. (2012) "*Manual del cultivo de Alfalfa*" Biblioteca Nacional del Perú N°0732.

Ávila P. Calero Q. y Luis Franco Q. "Alternativas para la conservación de forrajes". Centro internacional de agricultura tropical ISBN 978-958-44-1174-7 Colombia.

Barriga B. (2016) "*Método de diseño en ingeniería Mecánica*" Pontificia Universidad Católica del Perú.

Bunynas R. "*Diseño en ingeniería mecánica de shingley*". Novena edición McGraw Hill. ISBN 978-0-07-352928-8 México.

Dávila A. (2005) "*Lista de exigencias*" Pontificia universidad católica del Perú. Lima.

Herrera M. Medina J. y Quintero F. (2008) "*Diseño de una máquina para empaque de forraje de maíz para ensilaje dosificado y empacado*" Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0304-2847 Vol. 61 N°2.

Murgia C. "*Manual de cómo elaborar un heno de buena calidad*" Colombia.

Muñoz B. y Romana M. (2016) "*Revista pensamiento matemático*". Vol. 32 ISSN 2174-0410. España.

Serrano N. (2002). "*Oleo hidráulica*". ISBN: 84-481-3527-x. Madrid. España.

Zegarra L. (2004) "*Estructuras metálicas*" Norma técnica E-90 Comité especializado Lima, Perú.

Mato J. "Econociendo" <https://www.youtube.com/watch?v=lpKMmlzVLg>.

Suministro técnico del sur. [www.stses.com/productos/hidráulica](http://www.stses.com/productos/hidraulica).

Larzep S.A. www.larzep.com email. sales@larzep.com

Aceros

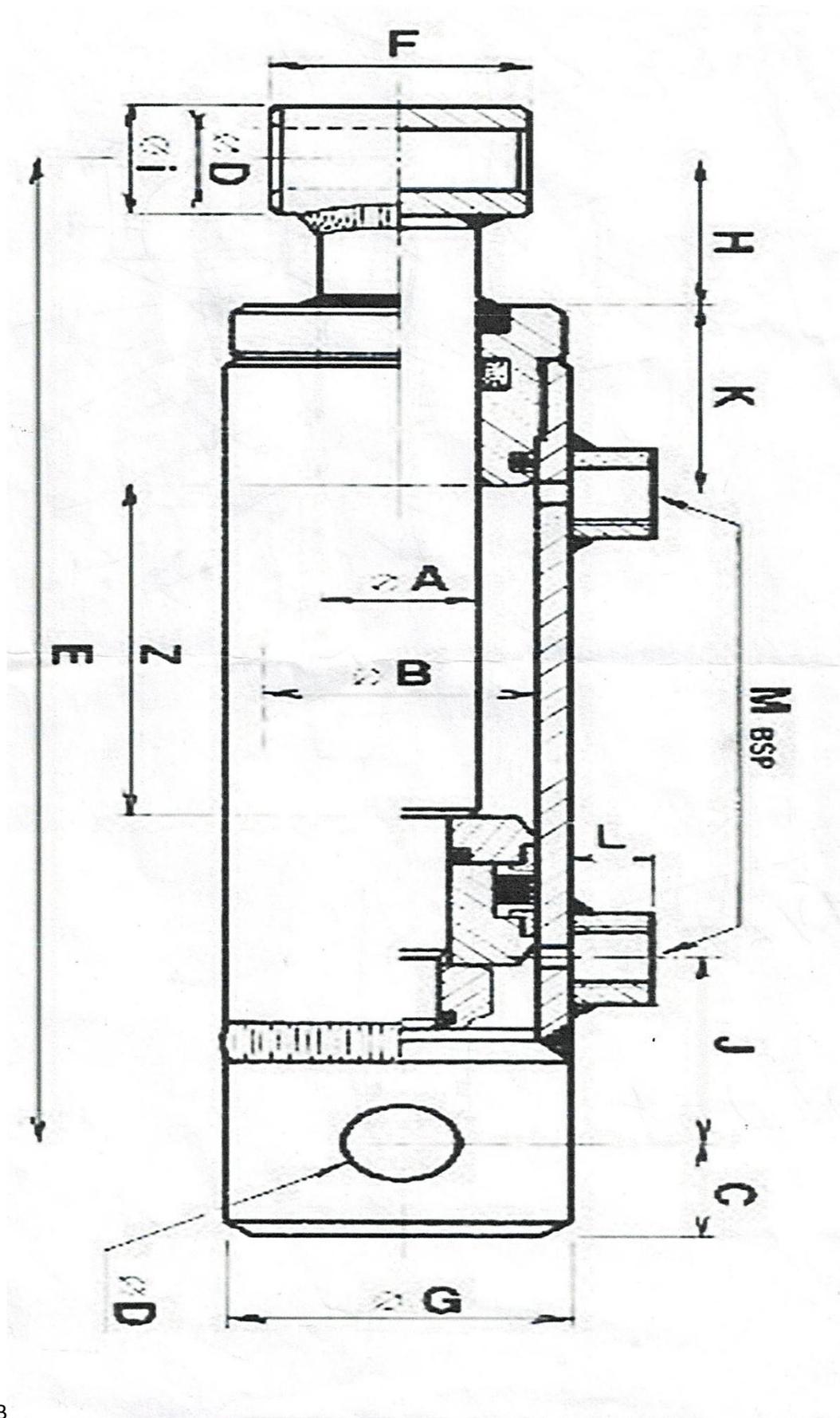
Arequipa

<http://www.acerosarequipa.com/fileadim/templates/corporación/dogs/catalogo>.

VIII ANEXOS

CODIGO	P.V.P. (E)	REF.	ØA mm	ØB mm	Z (carrera) mm	E mm	C mm	D mm	F mm	G mm	H mm	I mm	J mm	K mm	L mm	M mm	Vol. litros	Peso kg
CICFAE1		704/1			100	310	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	0.85	11
CICFAEA		704/2			200	410	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	0.85	11
CICFAEB		704/3			300	510	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	1.20	13
CICFAEC		704/4			400	610	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	1.60	15
CICFAED		704/5			500	710	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	2.00	17
CICFAEE		704/6			600	810	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	2.35	19
CICFAEF		704/7			700	910	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	2.75	21
CICFAEG		704/8			800	1010	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	3.55	25
CICFAEH		704/9			900	1110	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	3.95	27
CICFAEI		704/10			1000	1210	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	4.35	29
					1100													
CICFAEJ		704/11			1200	1310	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	4.75	31
					1300													
CICFAEK		704/12				1410	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	5.00	33
CICFAEL		704/13				1510	25	30.5	55	80	39	50	58	65	15	3/8	5.40	35
CICFAF1		705/1			100	310	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	0.60	11
					200													
CICFAF2		705/2			300	410	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	1.10	13
					400													
CICFAFA		705/3			500	510	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	1.60	15
					600													
CICFAFB		705/4			700	610	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	2.10	18
CICFAFC		705/5				710	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	2.60	21
CICFAFD		705/6				810	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	3.10	24
CICFAFE		705/7				910	25	30.5	55	90	39	50	58	65	15	3/8	3.60	27
CICFAGA		706/3	50	100	300	525	34	30.5	70	115	46	65	55	68	15	1/2	2.50	27

Anexo A Ubicación del cilindro en catálogo.



Anexo B



barras y perfiles

Al haberse laminado en caliente, nuestras barras cuentan con una distribución uniforme de sus propiedades, lo cual garantiza seguridad en el trabajo en cualquier sección de la barra, sin afectar su resistencia y facilitando el doblado.

FÁCILES DE TRABAJAR: Las más fáciles de trabajar, porque tienen el contenido preciso de carbono. Son flexibles, pero resistentes en el trabajo final.

MAYOR SOLDABILIDAD: Las más soldables, permitiendo un buen cordón de soldadura con los distintos tipos de electrodos, porque tienen el contenido preciso de manganeso y azufre.

VARIEDAD DE MEDIDAS: Ofrecidas en la mayor variedad de formas, medidas y espesores del mercado peruano y se adecuan a las necesidades de la industria.

Ángulos Estructurales



DIMENSIONES		DIMENSIONES	
Sistema Inglés (pulgadas)		Sistema métrico (mm)	
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	20 x 20 x 2.0	
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	20 x 20 x 2.5	
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	20 x 20 x 3.0	
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	25 x 25 x 2.0	
1 3/4 x 1 3/4 x 1/8	3 x 3 x 1/4	25 x 25 x 2.5	
1 3/4 x 1 3/4 x 3/16	3 x 3 x 5/16	25 x 25 x 3.0	
1 3/4 x 1 3/4 x 1/4	3 x 3 x 3/8	25 x 25 x 4.5	
2 x 2 x 1/8	3 x 3 x 1/2	25 x 25 x 6.0	
2 x 2 x 3/16	4 x 4 x 1/4	30 x 30 x 2.0	
2 x 2 x 1/4	4 x 4 x 5/16	30 x 30 x 2.5	
2 x 2 x 5/16	4 x 4 x 3/8	30 x 30 x 3.0	
2 x 2 x 3/8	4 x 4 x 1/2	30 x 30 x 4.5	
		30 x 30 x 6.0	

NORMAS TÉCNICAS:

Sistema Inglés: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M

Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6 M

Sistema Métrico: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M

Tolerancias Dimensionales: ISO 657/ V

PRESENTACIÓN:

Se produce en longitudes de 6 metros.

Se suministra en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetos de 1 TM c/u.

USOS:

Estructuras metálicas de todo tipo: plantas industriales, almacenes, techado de grandes luces, industria naval, carrocerías y torres de transmisión, construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventana, rejas de protección, muebles, mesas, sillas, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm².

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm² (*)

Alargamiento en 200 mm

Espesores:

2.0mm, 2.5mm, 3.0mm,

3/32" y 1/8"

4.5 mm

3/16"

6.0 mm

1/4"

5/16", 3/8" y 1/2"

Soldabilidad

= 12.5 % mínimo

= 14.5 % mínimo

= 15.0 % mínimo

= 17.5 % mínimo

= 20.0 % mínimo

= Buena.

(*) Para espesores de 2.0 y 2.5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 3500 kg/cm².

Platinas



DIMENSIONES			
Sistema Inglés (pulgadas)			
1/8 x 1/2	3/16 x 1 1/2	1/4 x 4	1/2 x 3
1/8 x 5/8	3/16 x 2	3/8 x 1	1/2 x 4
1/8 x 3/4	3/16 x 2 1/2	3/8 x 1 1/4	5/8 x 2 1/2
1/8 x 1	1/4 x 1/2	3/8 x 1 1/2	5/8 x 3
1/8 x 1 1/4	1/4 x 5/8	3/8 x 2	5/8 x 4
1/8 x 1 1/2	1/4 x 3/4	3/8 x 2 1/2	3/4 x 4
1/8 x 2	1/4 x 1	3/8 x 3	1 x 3
3/16 x 1/2	1/4 x 1 1/4	3/8 x 4	1 x 4
3/16 x 5/8	1/4 x 1 1/2	1/2 x 1	
3/16 x 3/4	1/4 x 2	1/2 x 1 1/2	
3/16 x 1	1/4 x 2 1/2	1/2 x 2	
3/16 x 1 1/4	1/4 x 3	1/2 x 2 1/2	

NORMAS TÉCNICAS:

Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A36

Tolerancias Dimensionales: ISO 1035/4

PRESENTACIÓN:

Se produce en barras de 6 metros de longitud. Se suministra en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetos de 1 TM c/u.

USOS:

Estructuras metálicas de todo tipo: construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventanas, rejas de protección y decorativas, barandas, carpintería metálica artística, muebles, mesas, sillas, adornos, herramientas (martillos, tenazas, cinceles, etc).

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm²

Alargamiento en 200 mm:

1/8"

3/16"

1/4"

3/8", 1/2", 5/8", 3/4" y 1"

Doblado a 180°

Soldabilidad

= 12.5 % mínimo

= 15.0 % mínimo

= 17.5 % mínimo

= 20.0 % mínimo

= Buena.

Barras Redondas Lisas



DIMENSIONES	
Sistema Inglés (pulgadas)	
3/8	1 1/4
1/2	1 3/8
5/8	1 1/2
3/4	1 3/4
7/8	2
1	2 1/4
1 1/8	2 1/2

NORMAS TÉCNICAS:

Composición Química: ASTM A36, SAE 1045

Tolerancias Dimensionales

- Barras de diámetros ≤ a 1": ISO 1035/4

- Barras de diámetros > a 1": ASTM A6 / A6M

PRESENTACIÓN:

Se produce en longitudes de 6 metros.

Las barras de diámetros mayores a 1" se entregan además pulidas. Se suministra en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetos de 1 TM c/u. La calidad 1045 se identifica con los colores blanco, o blanco y negro.

USOS:

Estructuras metálicas de todo tipo, construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventanas, rejas de protección y decorativas, barandas, carpintería metálica artística, muebles, mesas, sillas, adornos, herramientas (martillos, tenazas, cinceles, etc), pernos, tuercas (por recalado o mecanizado), ejes, pines, pasadores, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

ASTM A36: Límite de Fluencia mínimo

= 2,530 kg/cm² (*)

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm² (*)

Alargamiento en 200 mm = 20.0 % mínimo

SAE 1045: Límite de Fluencia mínimo

= 4,000 - 5,500 kg/cm² (*)

Resistencia a la Tracción = 6,700 - 8,200 kg/cm² (*)

Alargamiento en 200 mm = 12.0 % mínimo

(*) Valores referenciales.



STS CILINDROS TELESCÓPICOS

4

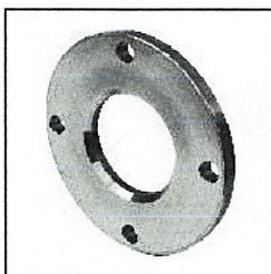
SUMINISTROS TÉCNICOS DEL SUR, S.A.

CROMADOS

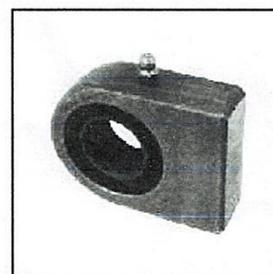
EIJACIONES EN FONDO DE CILINDRO



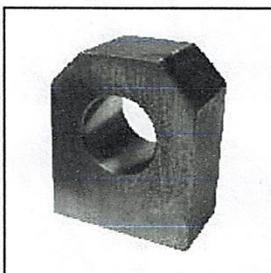
BRIDA DE MUÑONES



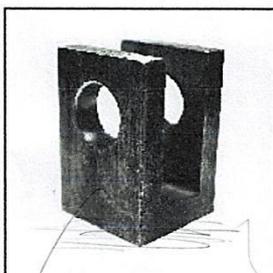
BRIDA



RÓTULA



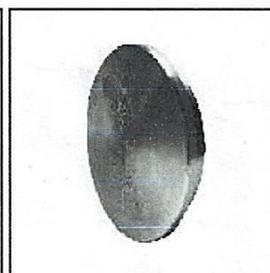
CHARNELA



HORQUILLA

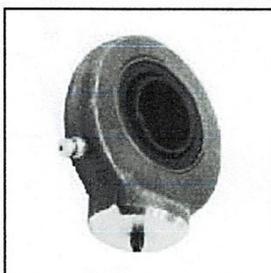


FONDO TALADRADO



FONDO LISO

EIJACIONES EN VÁSTAGO DE CILINDRO



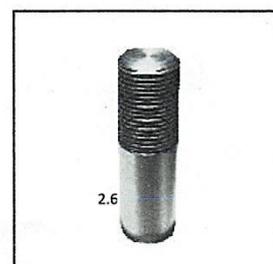
RÓTULA



RÓTULA



RÓTULA



2.6

Tabla 9-4

Esfuerzos permisibles del Código AISC para metal de aporte

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n^*
Tensión	A tope	$0.60S_y$	1.67
Aplastamiento	A tope	$0.90S_y$	1.11
Flexión	A tope	$0.60-0.66S_y$	1.52-1.67
Compresión simple	A tope	$0.60S_y$	1.67
Cortante	A tope o de filete	$0.30S_u^†$	

* El factor de seguridad n se ha calculado mediante la teoría de la energía de distorsión.

† El esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de $0.40S_u$ del metal base.

iedades de una barra laminada en caliente, en la vecindad de la soldadura. Por último, al recordar que el metal de aporte, por lo general, es el más fuerte, verifique los esfuerzos en los metales base.

El código AISC para puentes, así como el código AWS, incluye esfuerzos permisibles cuando hay cargas de fatiga. El diseñador no tendrá dificultad para usar estos códigos, pero su naturaleza empírica tiende a ocultar el hecho de que se establecieron mediante el mismo conocimiento de la falla por fatiga ya analizado en el capítulo 6. Por supuesto, en el caso de las estructuras consideradas por estos códigos, los esfuerzos reales *no pueden* exceder los esfuerzos permisibles; de otra manera, el diseñador resulta legalmente responsable. Pero en general, los códigos tienden a ocultar el margen de seguridad real implicado.

Se sugiere que se utilicen los factores de concentración de esfuerzo de fatiga que se presentan en la tabla 9-5. Dichos factores se deben emplear para el metal base, así como para el metal de aporte. En la tabla 9-6 se proporciona información de carga constante y los tamaños mínimos de los filetes.

Anexo E Esfuerzos permisibles de la soldadura para diferentes tipos.

Anexo F Norma técnica E.90

NTE E.090 ESTRUCTURAS METÁLICAS

NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN

E.090 ESTRUCTURAS METÁLICAS

LIMA, FEBRERO DEL 2004

Anexo G

Tabla 9-6

Cargas constantes permisibles y tamaños mínimos de soldadura de filete

Programa A: carga permisible para varios tamaños de soldadura de filete								Programa B: tamaño mínimo de soldadura de filete, <i>h</i>	
Nivel de resistencia del metal de aporte (EXX)									
	60*	70*	80	90*	100	110*	120		
Esfuerzo cortante permisible en la garganta, ksi (1000 psi) de soldadura de filete o soldadura de muesca con penetración parcial									
$\tau =$	18.0	21.0	24.0	27.0	30.0	33.0	36.0		
Fuerza unitaria permisible en soldadura de filete, kip/pulg lineal									
$t_f =$	12.73 <i>h</i>	14.85 <i>h</i>	16.97 <i>h</i>	19.09 <i>h</i>	21.21 <i>h</i>	23.33 <i>h</i>	25.45 <i>h</i>		
Tamaño del cateto <i>h</i> , pulg	Fuerza unitaria permisible para varios tamaños de soldaduras de filete kip/pulg lineal								
1	12.73	14.85	16.97	19.09	21.21	23.33	25.45		
7/8	11.14	12.99	14.85	16.70	18.57	20.41	22.27		
3/4	9.55	11.14	12.73	14.32	15.92	17.50	19.09		
5/8	7.96	9.28	10.61	11.93	13.27	14.58	15.91		
1/2	6.37	7.42	8.48	9.54	10.61	11.67	12.73		
7/16	5.57	6.50	7.42	8.35	9.28	10.21	11.14		
3/8	4.77	5.57	6.36	7.16	7.95	8.75	9.54		
5/16	3.98	4.64	5.30	5.97	6.63	7.29	7.95		
1/4	3.18	3.71	4.24	4.77	5.30	5.83	6.36		
3/16	2.39	2.78	3.18	3.58	3.98	4.38	4.77		
1/8	1.59	1.86	2.12	2.39	2.65	2.92	3.18		
1/16	0.795	0.930	1.06	1.19	1.33	1.46	1.59		

Esesor del material de la parte unida más gruesa, pulg	Tamaño de la soldadura, pulg
*Hasta $\frac{1}{4}$ inclusive	$\frac{1}{8}$
Mayor que $\frac{1}{4}$ Hasta $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{16}$
Mayor que $\frac{1}{2}$ Hasta $\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$
Mayor que $\frac{3}{4}$ Hasta $1\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
Mayor que $1\frac{1}{2}$ Hasta $2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$
Mayor que $2\frac{1}{4}$ Hasta 6	$\frac{1}{2}$
Mayor que 6	$\frac{5}{8}$

No se debe exceder el espesor de la parte más delgada.

* El tamaño mínimo para aplicaciones en puentes no puede ser menor a $\frac{1}{16}$ pulg.

† Para tamaño mínimo del filete de soldadura, el programa no puede ser mayor que la soldadura de filete de $\frac{1}{16}$ pulg por cada $\frac{1}{4}$ pulg de material.

* En realidad, las soldaduras de filete fueron ensayadas por el AISC-AWS Task Committee.
 $t_f = 0.707h\tau_{perm}$

Fuente: Adaptada de Omer W. Blodgett (ed.), *Stress Allowables Affect Weldment Design*, D-412, The James F. Lincoln Arc Welding Foundation, Cleveland, mayo de 1991, p. 3. Reproducido con autorización de Lincoln Electric Company.

Tabla A-20

Resistencias determinísticas mínimas a la tensión y a la fluencia ASTM de algunos aceros laminados en caliente (HR) y estirados en frío (CD). [Las resistencias listadas son valores ASTM mínimos estimados en el intervalo de tamaños de 18 a 32 mm ($\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{4}$ pulg). Estas resistencias resultan adecuadas para usarse con el factor de diseño definido en la sección 1-10, a condición que los materiales se ajusten a los requisitos ASTM A6 o A568 o que se requieran en las especificaciones de compra. Recuerde que un sistema de numeración no es una especificación.] Fuente: 1986 SAE Handbook, p. 2.15.

1	2	3	4	5	6	7	8
UNS núm.	SAE y/o AISI núm.	Procesamiento	Resistencia a la tensión, MPa (kpsi)	Resistencia a la fluencia, MPa (kpsi)	Elongación en 2 pulg, %	Reducción en área, %	Dureza Brinell
G10060	1006	HR	300 (43)	170 (24)	30	55	86
		CD	330 (48)	280 (41)	20	45	95
G10100	1010	HR	320 (47)	180 (26)	28	50	95
		CD	370 (53)	300 (44)	20	40	105
G10150	1015	HR	340 (50)	190 (27.5)	28	50	101
		CD	390 (56)	320 (47)	18	40	111
G10180	1018	HR	400 (58)	220 (32)	25	50	116
		CD	440 (64)	370 (54)	15	40	126
G10200	1020	HR	380 (55)	210 (30)	25	50	111
		CD	470 (68)	390 (57)	15	40	131
G10300	1030	HR	470 (68)	260 (37.5)	20	42	137
		CD	520 (76)	440 (64)	12	35	149
G10350	1035	HR	500 (72)	270 (39.5)	18	40	143
		CD	550 (80)	460 (67)	12	35	163
G10400	1040	HR	520 (76)	290 (42)	18	40	149
		CD	590 (85)	490 (71)	12	35	170
G10450	1045	HR	570 (82)	310 (45)	16	40	163
		CD	630 (91)	530 (77)	12	35	179
G10500	1050	HR	620 (90)	340 (49.5)	15	35	179
		CD	690 (100)	580 (84)	10	30	197
G10600	1060	HR	680 (98)	370 (54)	12	30	201
G10800	1080	HR	770 (112)	420 (61.5)	10	25	229
G10950	1095	HR	830 (120)	460 (66)	10	25	248

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo I

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA				
AUTOR: Boris Rodney Calderón Vela				28/04/2018
TITULO: Diseño de un sistema compactador de heno de alfalfa para obtener 8 pacas /hora de 50x50x110				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
1. Problema General: ¿Cómo obtener 8pacas/hora mediante el diseño de un sistema compactador de heno de alfalfa?	1. Objetivo General: Diseñar un sistema compactador para obtener 8 pacas/hora en el proceso de empaçado de heno de alfalfa.	1. Hipótesis General: Es factible, técnica y económicamente diseñar un sistema compactador que permita mejorar la producción de heno de alfalfa a 8 pacas/hora.	V. Independiente -Paca de heno de alfalfa en su forma tamaño y peso. -Presión de compactado.	1. Tipo de Investigación Es investigación de tipo aplicada , pues hace uso de técnicas y procedimientos de la ingeniería mecánica eléctrica para analizar y plantear soluciones a un problema, como es mejorar la productividad del proceso de empaque de heno de alfalfa. 2. Nivel de Investigación Por el alcance de la investigación es descriptiva por que caracteriza un sistema de empaque. 3. Método: Se empleara el método deductivo porque particularizará el estudio el estudio a un diseño determinado, utilizando modelos generales de
2. Problemas Específicos:	2. Objetivos Específicos	2. Hipótesis Específicas (opcional):	V. Dependiente:	

	<p>1-Recopilar información en lo concerniente al heno de alfalfa a empacar</p> <p>2-Identificar el estado de la tecnología en relación a sistemas de empaque de heno de alfalfa</p> <p>3-Determinar los parámetros de diseño para el empaque de heno de alfalfa a través de una lista de exigencias.</p> <p>4-Generar alternativas de diseño y seleccionar la más adecuada en lo referente al tiempo de elaboración de compactado.</p> <p>5-Calcular y seleccionar los componentes del diseño propuesto, detallando sus medidas de trabajo.</p> <p>6-Modelar y simular el diseño propuesto, encontrando esfuerzo, resistencia y factor de seguridad.</p> <p>7-Evaluar económicamente.</p>		<p>Especificaciones técnicas del sistema compactador de heno de alfalfa.</p> <p>V. Intervinientes:</p>	<p>sistemas de empaque.</p> <p>4. Diseño de la Investigación: El diseño de la investigaciones no experimental porque no se manipulara ninguna de las variables; transversal por que el estudio se realizará por única vez en un determinado momento</p> <p>5. Marco Muestral: Sistemas de empaques.</p> <p>6. Población: Sistemas de empaque de heno.</p> <p>6. Muestra: Sistema de empaque de heno de alfalfa.</p> <p>7. Técnicas: Observación del proceso de empaque de heno de alfalfa y los análisis de documentación.</p> <p>8. Instrumentos: Libros afines al objeto de estudio, catálogos de equipos similares, diario de campo</p> <p>9. Indicadores: Producción:N°pacas/hora</p>
--	---	--	---	---

Anexo J

BOMBAS HIDRÁULICAS CON VÁLVULA MANUAL

GRUPOS DE GASOLINA

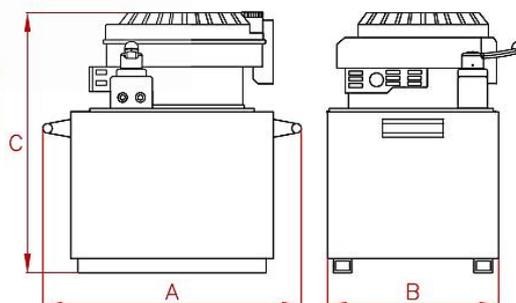


Los grupos de 14 litros no incluyen asa.



Ventajas LARZEP

- Accionadas por motor de gasolina. Para operaciones en localizaciones remotas donde no hay suministro de electricidad.
- **Válvula manual fácilmente modificable de doble a simple efecto y viceversa.**
- Válvula de seguridad tarada a 700 bar para prevenir sobrepresiones.
- Válvula limitadora de presión externa ajustable por el usuario.
- Cuadro protector y juego de ruedas disponibles bajo pedido.

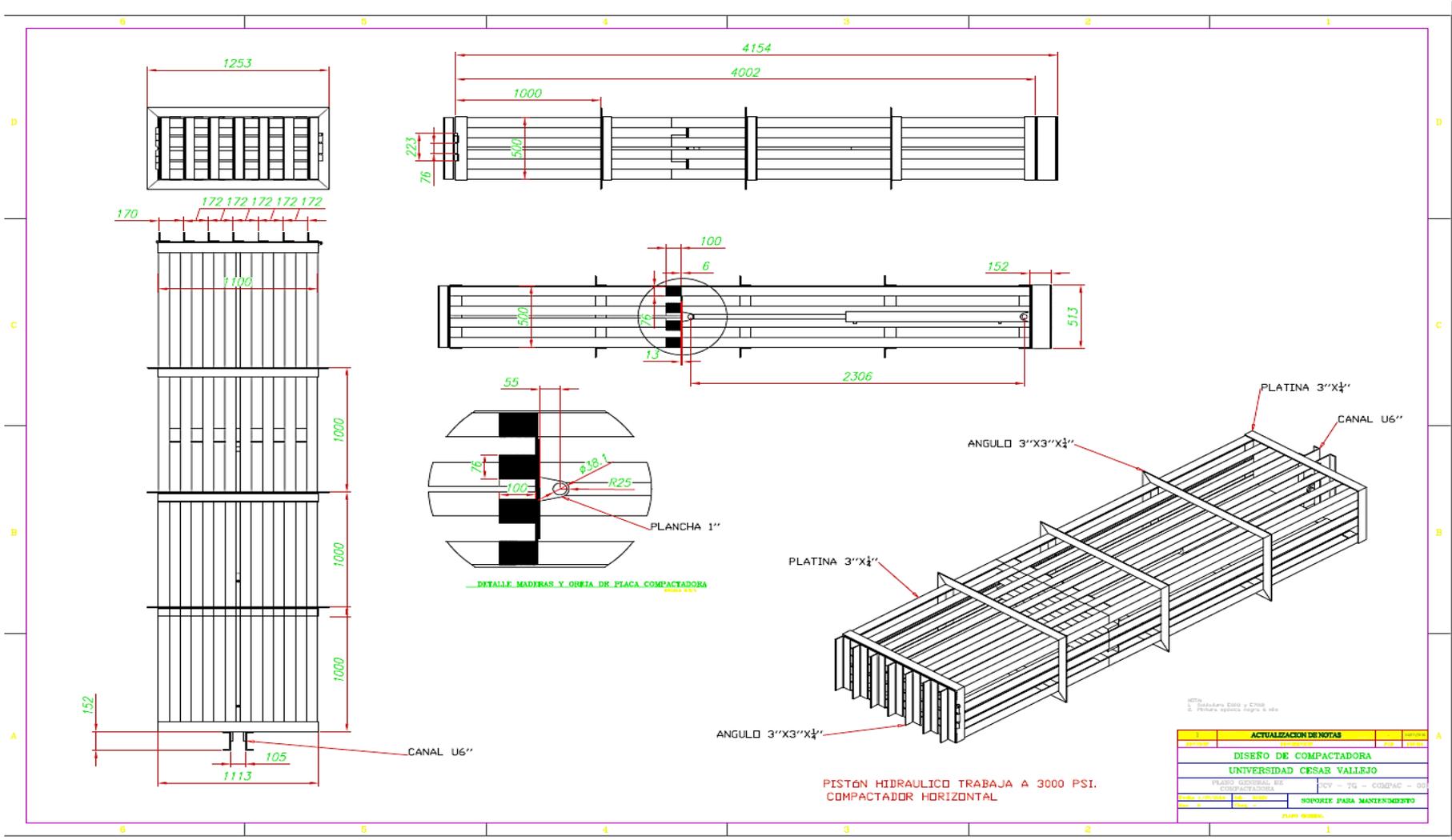


Depósito	A	B	C
l	mm	mm	mm
14	368	290	665
25	450	325	760
50	540	415	860

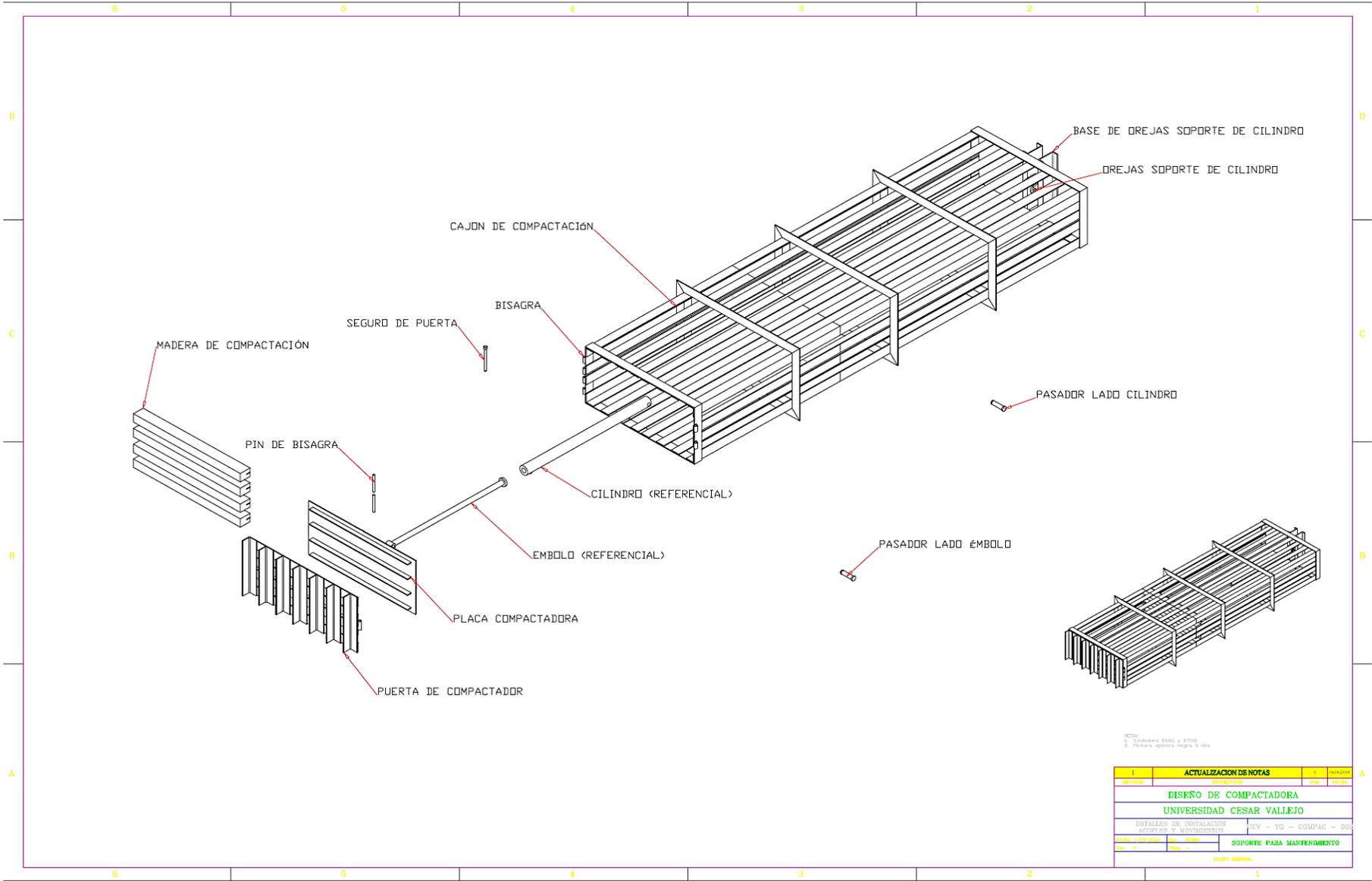
Depósito	Caudal a 700 bar	Caudal a 60 bar	Función Válvula	Simple/E	Doble/E	Potencia	Peso
l	l/min	l/min				kW	kg
14	0,51	-	Avance-Retención-Retorno	HAG242	HAG244	3,6	39
25	0,51	-	Avance-Retención-Retorno	HAG252	HAG254	3,6	63
50	0,51	-	Avance-Retención-Retorno	HAG262	HAG264	3,6	96
14	0,36	4	Avance-Retención-Retorno	HAG742	HAG744	3,6	36
25	0,36	4	Avance-Retención-Retorno	HAG752	HAG754	3,6	60
50	0,36	4	Avance-Retención-Retorno	HAG762	HAG764	3,6	93

Anexo K

PLANO DEL SISTEMA COMPACTADOR



ACTUALIZACIÓN DE NOTAS			
NO.	FECHA	INDICACIONES	ELABORADO
1			
DISEÑO DE COMPACTADORA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
PLANO GENERAL DE COMPACTADORA		PCV - 14 - COMPAC - 00	
FECHA: 10/06/2014		PROYECTO: SOPORTE PARA MANTENIMIENTO	
PLANO GENERAL			



NOTAS:
 1. Verificar CROD y ETOR
 2. Pintura epóxica negra 5.40

ACTUALIZACION DE NOTAS		REVISOR	
1		2	
DISEÑO DE COMPACTADORA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
DETALLES DE INSTALACION		FCV - TG - COMPAC - ODS	
AUTOR: J. J. J. J.		FECHA: 1/09/2014	
TÍTULO: SOPORTE PARA MANTENIMIENTO		Escala: 1:1	
PLANO GENERAL			

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Boris Rodney Calderón Vela identificado con DNI N° 05380685 egresado de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Diseño de un sistema compactador de heno de Alfalfa para obtener 8 pacas /hora de 50x50x110cm "

En el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33


 FIRMA

DNI: 05380685

FECHA: 25 de Enero del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

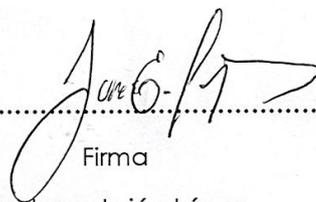
	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo, Dr. Jorge Luján López docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo de Trujillo, revisor de la tesis titulada

"Diseño de un sistema compactador de heno de alfalfa para obtener 8 pacas/hora de 50x50x110cm", del estudiante Boris Rodney Calderón Vela, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Trujillo 25 de enero del 2019



Firma

Dr. Jorge Luján López

DNI: 17897692

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------