

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional San Nicolás
Departamento Mecánica

Proyecto de maquinas

PROYECTO FINAL

**“PRENSA HORIZONTAL”
REDISEÑO Y REPOTENCIACION**

Alumno: Hormazábal, Pablo Andrés

Profesores: Domínguez, Cristian
Palmieri, Fernando
Reina, Néstor





INDICE

	Página
1. Fundamentación.	7
2. Metodología de funcionamiento y puesta a punto de la máquina.	7
2.1. Preparación de la máquina para soportar la pieza a trabajar.	7
2.2. Alineación de la pieza y separación de cabezal de cilindro y carro.	8
2.3. Enclavamiento del carro móvil.	9
2.4. Aplicación de la fuerza.	10
2.5. Imágenes de la prensa actualmente.	11
3. Objetivos.	12
4. Metodología de trabajo.	13
5. Introducción.	14
6. Identificación de los componentes de la máquina.	15
7. Verificación de la estructura de la prensa hidráulica existente.	15
7.1. Análisis según norma ASME BTH-1.	16
7.2. Resistencia estática de placas.	16
7.3. Análisis mediante elementos finitos.	21
7.3.1. Resultados.	21
7.3.2. Deformación.	22
7.3.3. Tensiones.	23
7.4. Conclusión.	25
8. Aumento de la fuerza de trabajo de la prensa.	26
8.1. Alternativa Sección constante.	26
8.1.1. Estudio sobre vástago de cilindro hidráulico.	27
8.1.1.1. Verificación por compresión.	27



8.1.1.2.	Verificación por pandeo.	29
8.1.2.	Conclusión.	32
8.1.3.	Verificación por C.A.E.	32
8.1.3.1.	Estudio sobre vástago de cilindro hidráulico (estado de carga original).	33
8.1.3.1.1.	Propiedad del material del vástago.	33
8.1.3.1.2.	Cargas y sujeciones.	33
8.1.3.1.3.	Resultados del estudio.	35
8.1.3.1.4.	Conclusión.	35
8.1.3.2.	Estudio sobre vástago de cilindro hidráulico (nuevo estado de carga)	36
8.1.3.2.1.	Propiedad del material del vástago.	36
8.1.3.2.2.	Cargas y sujeciones.	36
8.1.3.2.3.	Resultados del estudio.	38
8.1.3.2.4.	Conclusión.	38
8.1.4.	Verificación de las tensiones debido a la presión interna del cilindro hidráulico cuando se encuentra a plena carga.	39
8.1.4.1.	Conclusión.	40
8.1.5.	Verificación mediante elementos finitos.	40
8.1.5.1.	Análisis para una presión de 40MPa.	41
8.1.5.1.1.	Cargas y sujeciones.	41
8.1.5.1.2.	Resultados del estudio.	42
8.1.5.1.3.	Conclusión.	43
8.1.5.2.	Análisis para una presión de 50MPa.	43
8.1.5.2.1.	Cargas y sujeciones.	43
8.1.5.2.2.	Resultados del estudio.	44
8.1.5.2.3.	Conclusión.	45
8.1.6.	Sistema hidráulico.	45



8.1.6.1.	Introducción.	45
8.1.6.2.	Objetivo.	45
8.1.6.3.	Desarrollo.	46
8.1.7.	Accionamiento de la bomba hidráulica. Cálculo del motor.	46
8.2.	Alternativa Presión constante	48
8.2.1.	Calculo del vástago del cilindro hidráulico.	48
8.2.2.	Diámetro interior y espesor de la camisa del cilindro hidráulico.	48
8.2.3.	Espesor mínimo de la tapa trasera del cilindro hidráulico.	50
8.2.4.	Espesor mínimo para el pistón.	51
8.2.5.	Cordón de soldadura entre placas y camisa del cilindro.	52
8.3.	Comparación de las alternativas 1 y 2.	53
8.4.	Conclusión.	54
9.	Carro móvil.	55
9.1.	Objetivos.	55
9.2.	Desarrollo.	56
9.2.1.	Traslación del carro.	56
9.2.2.	Enclavamiento del carro.	56
9.2.3.	Sensado de la posición del carro.	57
9.2.4.	Alimentación de los componentes del carro móvil.	58
9.2.5.	Componentes principales del carro móvil.	59
9.2.6.	Elementos a verificar y/o seleccionar.	60
9.3.	Memoria de cálculos.	61
9.3.1.	Ejes de translación.	61
9.3.2.	Selección de rodamientos.	66
9.3.3.	Selección del motorreductor de translación.	68



10. Diseño del nuevo sistema de enclavamiento.	74
10.1. Desarrollo.	74
10.1.1. 1° Propuesta mediante cilindros neumáticos.	76
10.1.1.1. Fuerza necesaria del cilindro neumático.	77
10.1.1.2. Calculo de la presión necesaria.	77
10.1.1.3. Verificación del diseño del enclavamiento neumático para el caso de una interferencia.	78
10.1.2. 2° Propuesta mediante cilindros hidráulicos.	82
10.1.2.1. Cálculos y diseño de los cilindros hidráulicos.	83
10.1.2.2. Diámetro mínimo necesario del vástago del cilindro hidráulico.	84
10.1.2.3. Diámetro interior y espesor de la camisa.	85
10.1.2.4. Espesor de placa trasera y guía de vástago.	88
10.1.2.5. Verificación de roscas.	89
10.1.3. Conexión al sistema hidráulico.	91
10.1.3.1. Diagrama de conexión hidráulico.	91
10.1.3.2. Posición de reposo.	92
10.1.3.3. Posición de enclavamiento delantero.	94
10.1.3.4. Posición de enclavamiento trasero.	96
10.1.3.5. Conclusión.	98
11. Tablero de control.	99
11.1. Desarrollo.	99
11.2. Esquema del tablero de control.	100
12. Evaluación de costos.	101
12.1. Recuperación de la inversión.	102
13. TIR y VAN.	105
13.1. Conclusión.	106



Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional San Nicolás
Departamento Mecánica

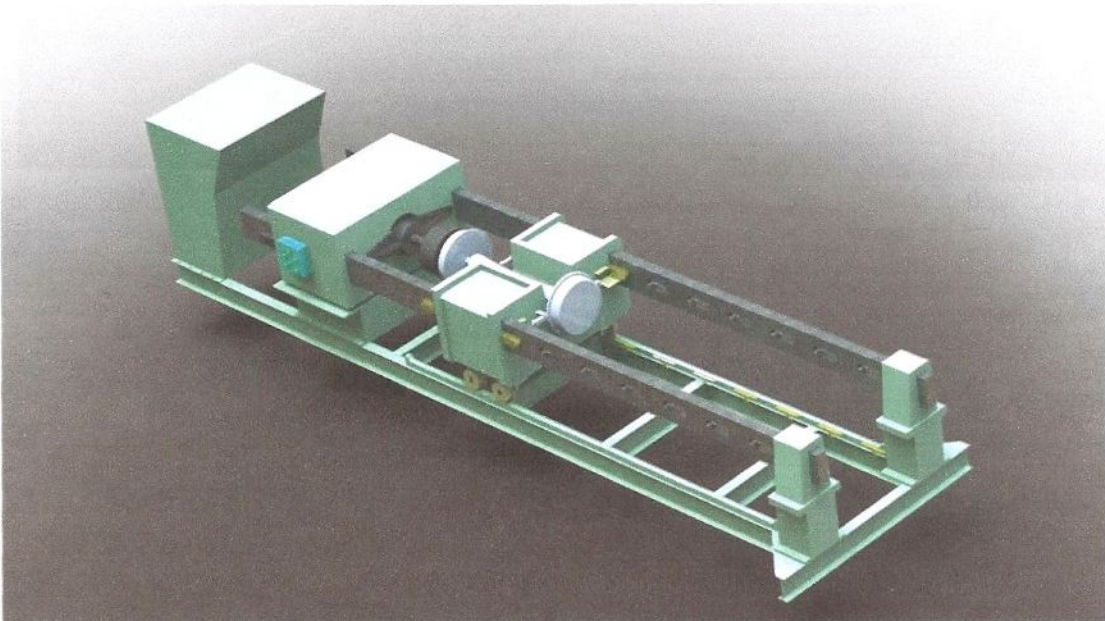
14. Costo de una maquina nueva.	107
14.1. Conclusión.	107
15. Conclusiones finales.	108
16. Imágenes de la prensa rediseñada	109
17. Anexo	111
18. Bibliografía	113
19. Agradecimientos	114



1. Fundamentación

El presente proyecto se refiere al re-diseño y re-potenciación de una prensa hidráulica horizontal de 3920 KN (equivalente a 400 Tnf), que actualmente ha caído prácticamente en desuso debido a su obsoleta tecnología. La misma se encuentra en el taller de la empresa Manferro S.A. en el parque industrial Comirsa, en la ciudad de Ramallo.

Se lo define como una máquina de múltiples propósitos, debido a que se pueden realizar, tanto esfuerzos de compresión, como de tracción. Por lo tanto se la utilizaba, y se la utilizaría, para desclavar bujes, ejes y ruedas.



2. Metodología de funcionamiento y puesta a punto de la prensa

En la actualidad es necesario para utilizar la máquina, seguir los siguientes pasos:

I. Preparación de la máquina para soportar la pieza a trabajar

La pieza a trabajar (ejes, tambores de izajes de puentes grúas, ruedas de ferrocarril, ver fig.1), se debe depositar, mediante un puente grúa, grúa bandera o cualquier elemento de izaje, sobre el carro móvil de la máquina, el cual cumple la función de bastidor de trabajo y apoyo.

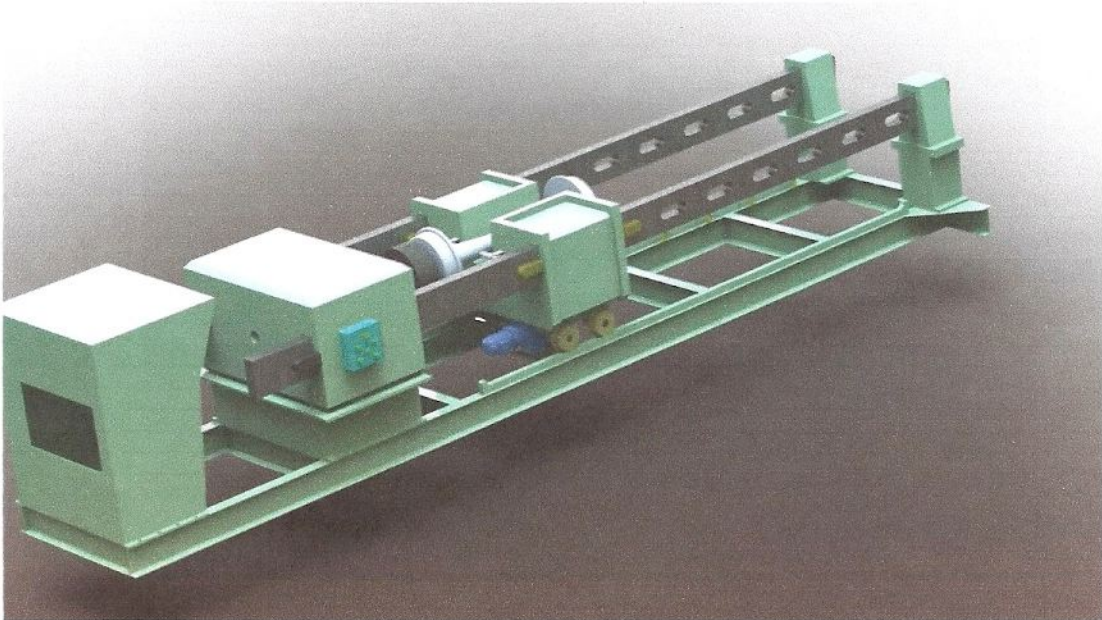


Fig. 1. Rueda de ferrocarril sobre carro móvil de la prensa.

II. **Alineación de la pieza y separación de cabezal de cilindro y carro**

Una vez sujeta correctamente, se debe ajustar la distancia del carro con respecto al plato del cilindro, para facilitar la acción del mismo sobre la pieza. Para esto se necesita moverlo por sobre los rieles que se encuentran sobre el bastidor del equipo. Actualmente este movimiento se realiza en forma manual por un operario, quien tiene que estar “empujando” el carro hasta encontrar la posición correcta. Debe tenerse en cuenta que el carro móvil en vacío pesa aproximadamente 4900 N (500 Kg), con lo cual, el movimiento se vuelve una tarea demasiado pesada.

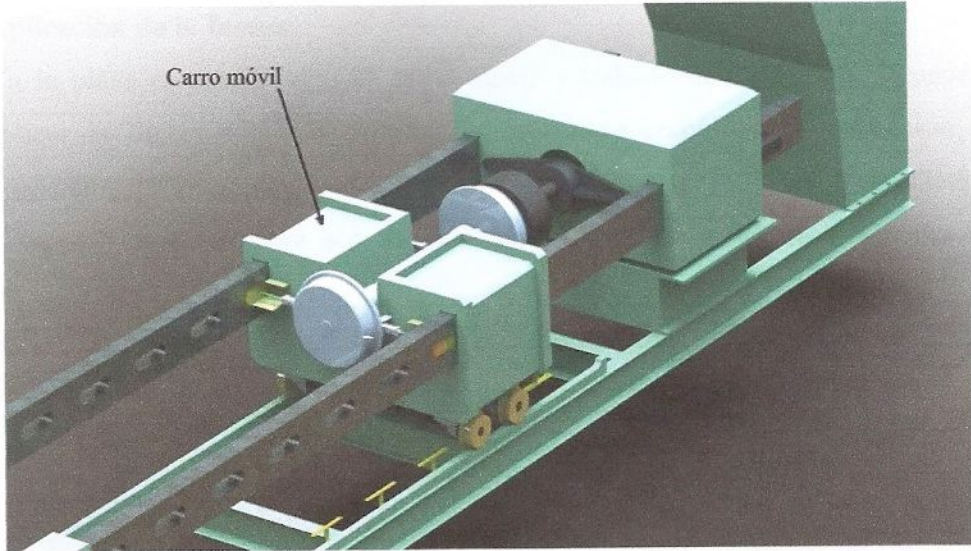


Fig. 2. El par de ruedas de ferrocarril depositado sobre el carro móvil de la Prensa.

III. Enclavamiento del carro móvil

En la posición óptima, debe anclarse a los largueros de la prensa, mediante clavijas de sujeción, para que se proceda a accionar el cilindro hidráulico. Este proceso también realizado a base de fuerza del operario, quien es el encargado de colocar las mismas en posición una vez frenado el carro, requiere manipular las clavijas y cada una de ellas tiene un peso aproximado de 390 N (40 Kg).



Fig. 3. Se observan las clavijas de fijación como se encuentran en la actualidad.



Imágenes de la prensa actualmente:



Fig. 5. Imagen del total del equipo. Se aprecia toda su estructura y la central hidraulica.

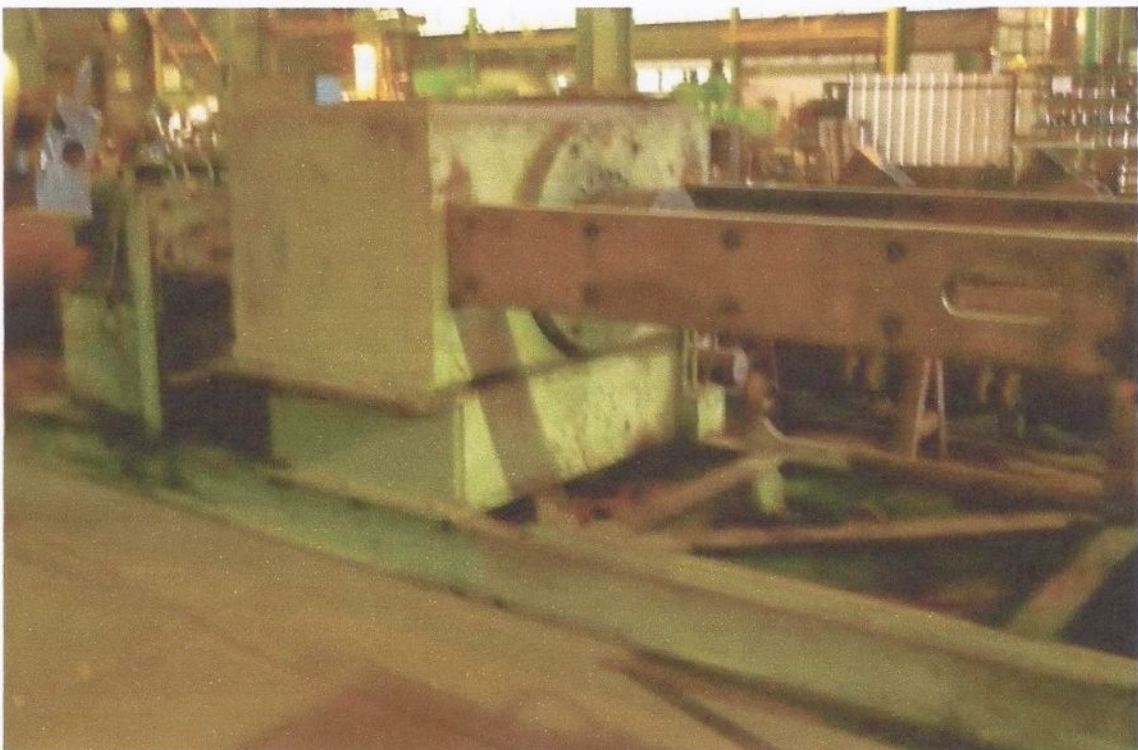


Fig. 6. Imagen de la prensa existente. Se aprecia la centralina hidráulica y el bastidor del cilindro hidráulico.

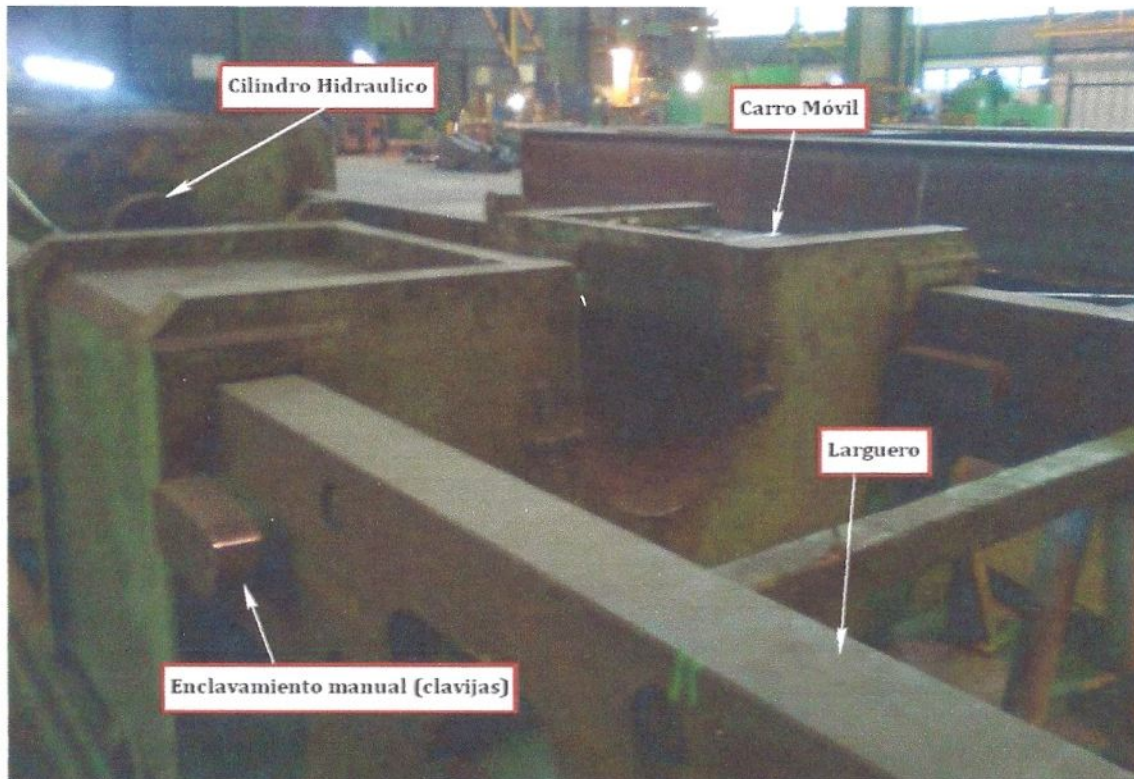


Fig. 7. Imagen del carro móvil en donde se depositan las piezas a solicitar mediante la acción del cilindro hidráulico.

“Debido a lo expuesto anteriormente, la repotenciación y el rediseño de la prensa resulta ser un proyecto de gran utilidad y muy necesario para la empresa en cuestión (Manferro S.A.)”.

3. Objetivos

- I. Rediseño y repotenciación de la máquina.
- II. Obtener un resultado económicamente factible a la hora de elegir entre los distintos métodos de funcionamiento, como también con la selección de los equipos, materiales y elementos comerciales.
- III. Disminución de los tiempos (de preparación y alineación de la máquina para comenzar a trabajar).
- IV. Reutilizar la parte estructural de la prensa, para de esta manera lograr que el proyecto sea económico respecto de un nuevo equipamiento.
- V. Mayor seguridad en el funcionamiento de la máquina.



4. Metodología de trabajo – Fases del proyecto.

1. Búsqueda de información y estudio de mercado de la maquina a tratar.
2. Re-dibujado de la maquina conforme a carpeta de planos y relevamientos.
3. Verificación de la estructura original de la máquina para las solicitaciones actuales.
4. Cálculo y diseño de los dispositivos necesarios para la repotenciación del equipo.
5. Re-dibujado de la maquina repotenciada.
6. Verificación de la estructura de la maquina con sus modificaciones en cuanto a las nuevas solicitaciones.
7. Prueba de funcionamiento y ensayos adicionales mediante software de elementos finitos.
8. Estudio y evaluación de costos comparando la re potenciación de la maquina existente con la adquisición de una maquina nueva.



5. Introducción a las modificaciones a realizar.

Del diseño original de la prensa, se aprecia a simple vista un sobredimensionamiento de las piezas constitutivas de la misma, en especial en lo que se refiere a su estructura. Partiendo de este punto de vista, es viable aumentar su fuerza máxima de trabajo. Con esto se ampliaría la capacidad de la prensa y aumentaría el rango de utilización del equipo para potenciales tareas a realizar.

Para verificar esto, se deberá partir del cálculo de la estructura de la prensa, con el fin de confirmar o no si se cumple la hipótesis de sobredimensionamiento de la prensa. Para repotenciar la maquina se pueden seguir dos caminos. En ambos intervienen las variables Presión (P), área del cilindro (A) y por lo tanto la Fuerza (F): $F=P \times A$

1. Alternativa sección constante. $A=cte.$
2. Alternativa presión constante. $P=cte.$

Se analizaran estas dos vías en cuanto a ventajas y desventajas de cada una, para luego definir la de menor costo para el proyecto.

Además del aumento de la capacidad de la maquina (a través de mayor fuerza de trabajo), se pretende disminuir el tiempo de proceso y la tarea del operario, en el normal funcionamiento de la misma. También se toma como condición la minimización de los esfuerzos que actualmente realiza el operador, al utilizar el equipo. Se realizaran, entonces, modificaciones sobre el carro móvil de la prensa en lo que se refiere a traslación, posicionado y enclavamiento del mismo, con el objetivo de dar conformidad a estas últimas premisas.

6. Identificación de los componentes principales del equipo rediseñado.

Se procede a enumerar los componentes principales de la máquina, describiendo su función en el proceso, como así también si ha de sufrir modificaciones y la exposición de las mismas.

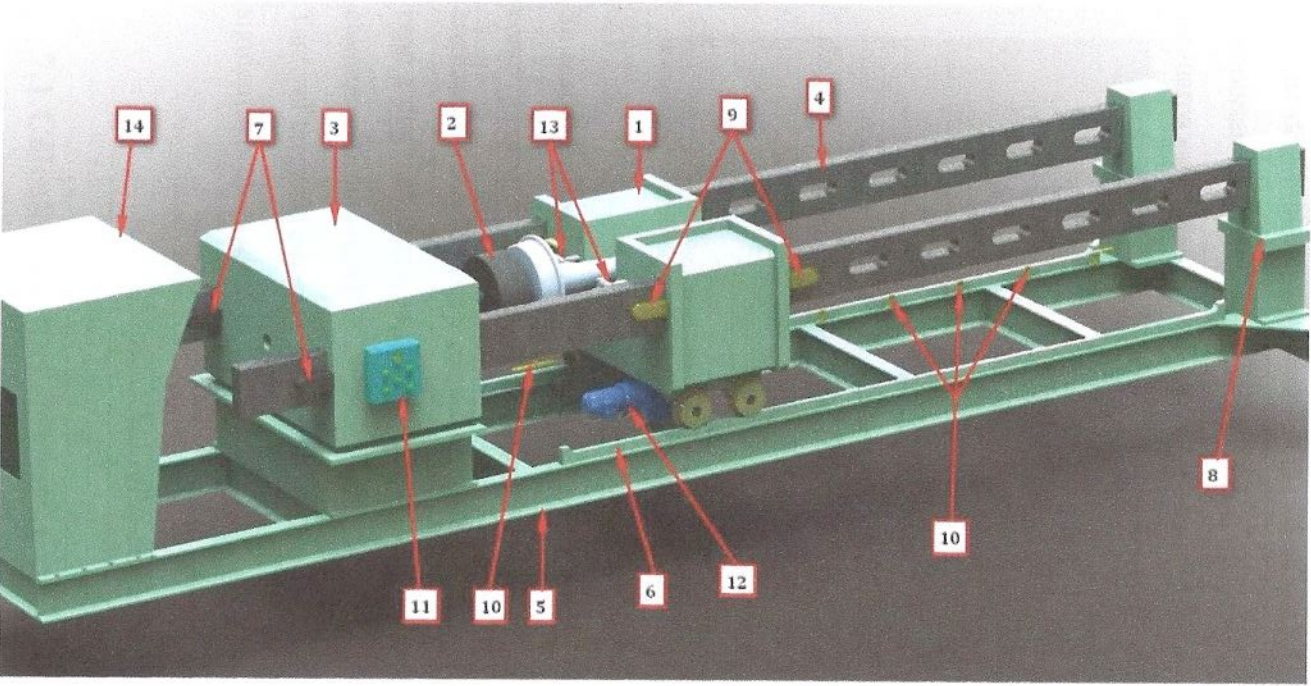


Fig. 8. Conjunto rediseñado con posiciones.

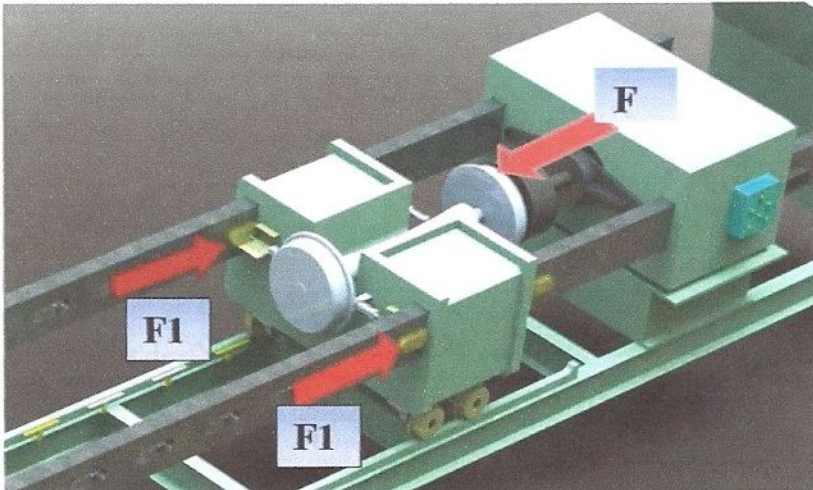
7. Verificación de la estructura de la prensa hidráulica existente.

A continuación se busca evidenciar y comprobar el sobredimensionamiento aparente que posee la prensa en su estructura, calculando en primera instancia las solicitaciones generadas para las condiciones actuales de trabajo, y luego planteando las nuevas prestaciones a las que se pretende llegar.

- 1 - Carro móvil
- 2 - Cilindro hidráulico
- 3 - Soporte de cilindro
- 4 - Larguero
- 5 - Chasis
- 6 - Riel
- 7 - Clavija
- 8 - Soporte de largueros
- 9 - Sistema de enclavamiento
- 10 - Sistema de sensado de posición
- 11 - Tablero de control
- 12 - Motorreductor de traslación
- 13 - Cilindros de movimiento de clavijas
- 14 - Centralina hidráulica



Lo que determinara si es posible o no realizar el aumento de la fuerza de trabajo, es el comportamiento que se obtenga de los esfuerzos producidos entre las clavijas y los largueros existentes del equipo.



F : Fuerza ejercida por el cilindro

$F1$: Fuerza de reacción en cada larguero

$$F = 2.F1$$

Fig.9. Aplicación de la fuerza del cilindro principal sobre la pieza.

Se realizarán los cálculos para verificar el diseño estructural de la prensa, tomándose como elemento de análisis la interacción formada por la clavija y el larguero. Se analizarán los esfuerzos y cargas admisibles por la estructura existente de la máquina en base a dos métodos: una norma de cálculo internacional, y un software de cálculo por elementos finitos (CAE).

Tanto el larguero como la clavija, están fabricados de acero SAE 1020, el cual posee las siguientes propiedades:

$$\sigma_{rot} = 412 \text{ MPa, tensión de rotura.}$$

$$\sigma_f = 343 \text{ MPa, tensión de fluencia.}$$

7.1. Cálculo y verificación según norma ASME BTH-1 (2005)

7.2. Resistencia estática de placas.

La resistencia de un perno alojado en una placa, en la región del agujero, (en este caso la clavija en el larguero) se verifica, según la Norma ASME BTH-1 (2005), siguiendo el siguiente método (las tres verificaciones que se detallan a continuación):

1. El valor de la resistencia a la tracción en el área efectiva sobre un plano que atraviesa el centro del agujero del perno, perpendicular a la línea de acción de la carga.



2. La resistencia a la fractura más allá del agujero del perno, en un plano simple y paralelo a la línea de acción de la carga.
3. La resistencia del doble plano de corte paralelo a la línea de acción de la carga.

La carga de tracción admisible es:

$$Pt = \frac{Fu}{1,2 \cdot Nd} \cdot 2 \cdot t \cdot beff \quad (1)$$

Donde,

Fu = tensión de rotura del material.

Nd = factor de diseño.

t = espesor de la placa (larguero).

$beff$ = ancho efectivo a cada lado del agujero (en sentido perpendicular a la línea de acción de la carga).

La carga admisible para el plano de fractura simple es:

$$Pb = \frac{Fu}{1,2 \cdot Nd} \cdot \left[1,13 \left(R - \frac{Dh}{2} \right) + \frac{0,92 \cdot beff}{1 + \frac{beff}{Dh}} \right] \cdot t \quad (2)$$

Donde,

R = distancia efectiva entre alojamiento de los pernos.

Dh = Altura del alojamiento del perno.

La carga admisible, para el doble plano de resistencia al corte es:

$$Pv = \frac{0,7 \cdot Fu}{1,2 \cdot Nd} \cdot Av \quad (3)$$

$$Av = 2 \cdot \left(R - \frac{Dh}{2} \cdot \cos 45^\circ \right) \cdot t \quad (4)$$

Dicho esto, se procede al cálculo y verificación de la estructura de la máquina:

De la ecuación (1) se obtiene la carga de tracción admisible:



$$Pb = \frac{412}{1,2 \cdot 2} \cdot \left[1,13 \cdot (230 - 90/2) + \frac{0,92 \cdot 105}{1 + \frac{105}{90}} \right] \cdot 105$$

$$Pb = 4571680,7 \text{ N (466 Tnf)}$$

De la ecuación (3) y (4) se obtiene la carga admisible, para el doble plano de resistencia al corte:

$$Pv = \frac{0,7 \cdot Fu}{1,2 \cdot Nd} \cdot Av \quad (3)$$

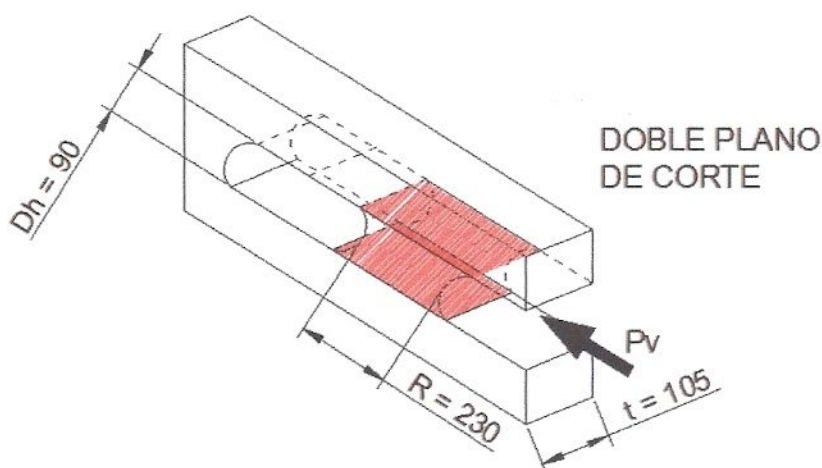


Fig. 12. Área utilizada para el cálculo de la carga admisible

$$Av = 2 \cdot \left(R - \frac{Dh}{2} \cdot \cos 45^\circ \right) \cdot t$$
$$Av = 2 \cdot \left(230 - \frac{90}{2} \cdot \cos 45^\circ \right) \cdot 105$$

$$Av = 41617,8 \text{ mm}^2$$

Reemplazando en (3), se tiene:

$$Pv = \frac{0,7 \cdot 412}{1,2 \cdot 2} \cdot 41617,8$$

$$Pv = 5001077,2 \text{ N (510 Tnf)}$$



7.3.2. Deformación.

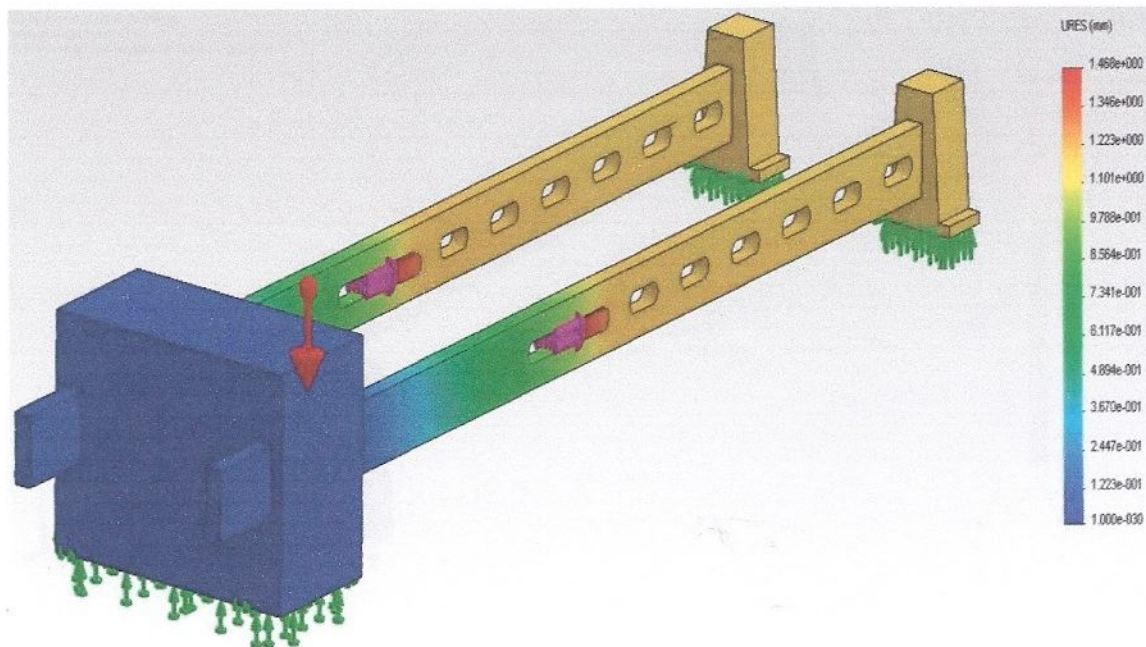


Fig. 13. Desplazamientos generados en el estudio.

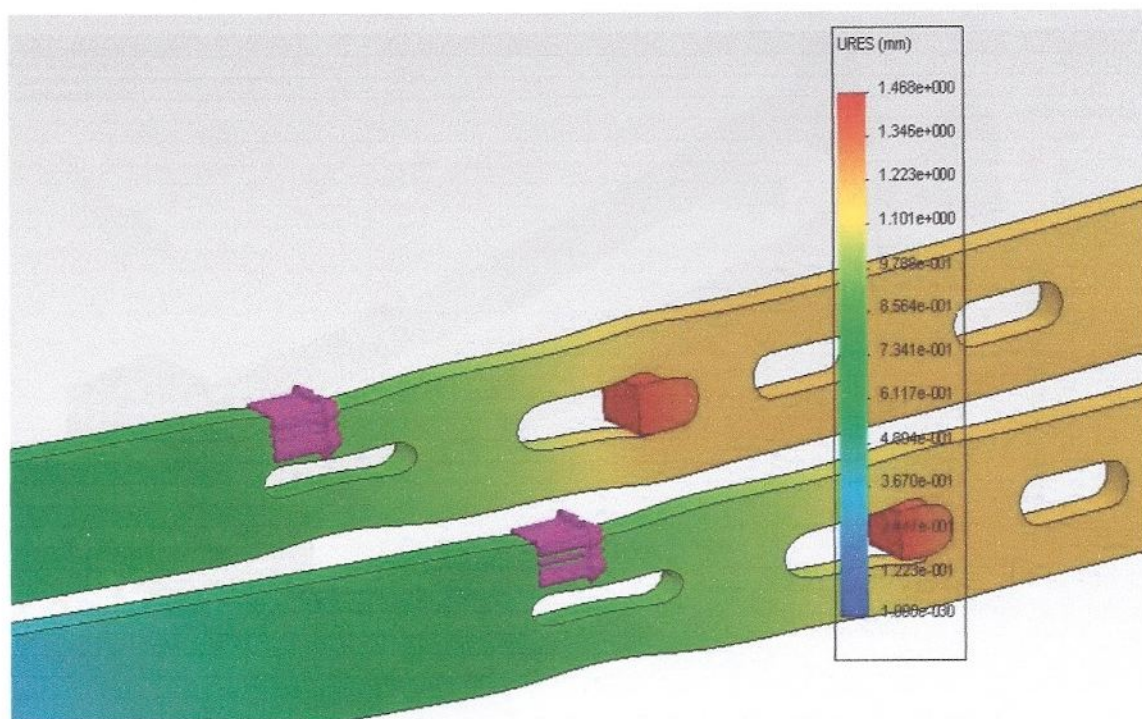


Fig. 14. Desplazamientos ampliados en escala 700:1.



7.3.3. Tensiones.

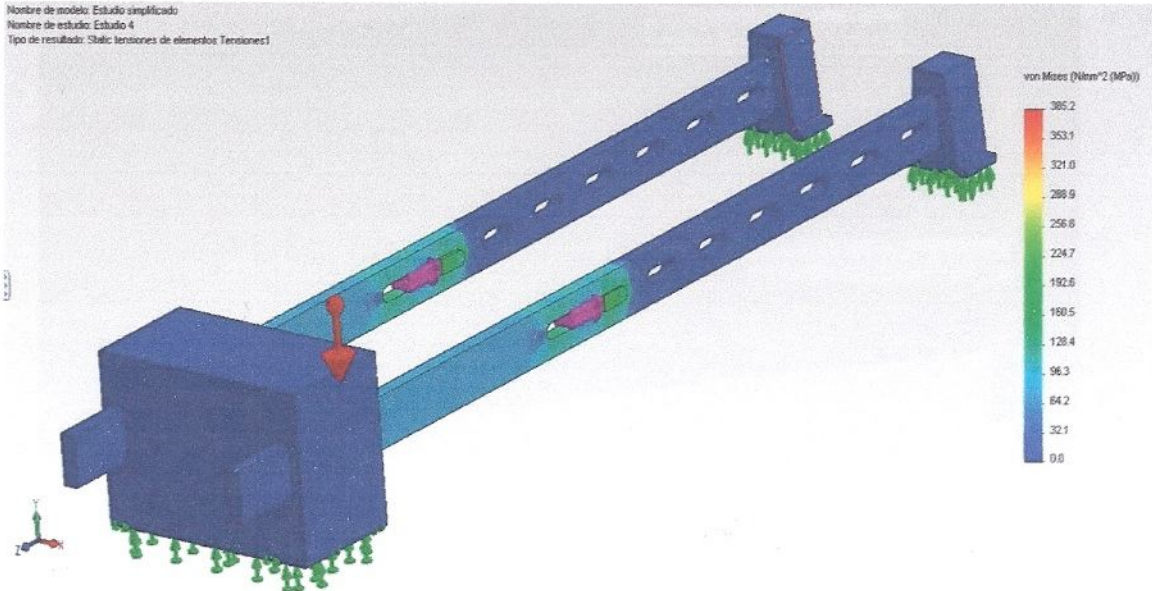


Fig. 15. Tensiones generadas sobre el conjunto prensa.

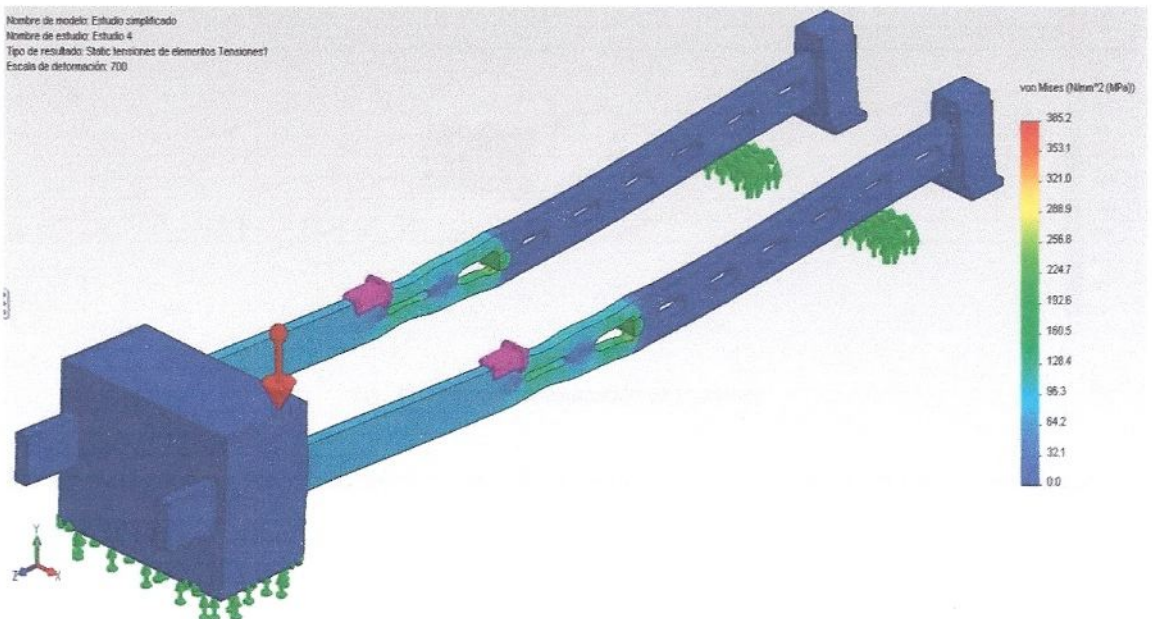


Fig. 16. Tensiones generadas sobre el conjunto prensa. Deformación ampliada en escala 700:1.

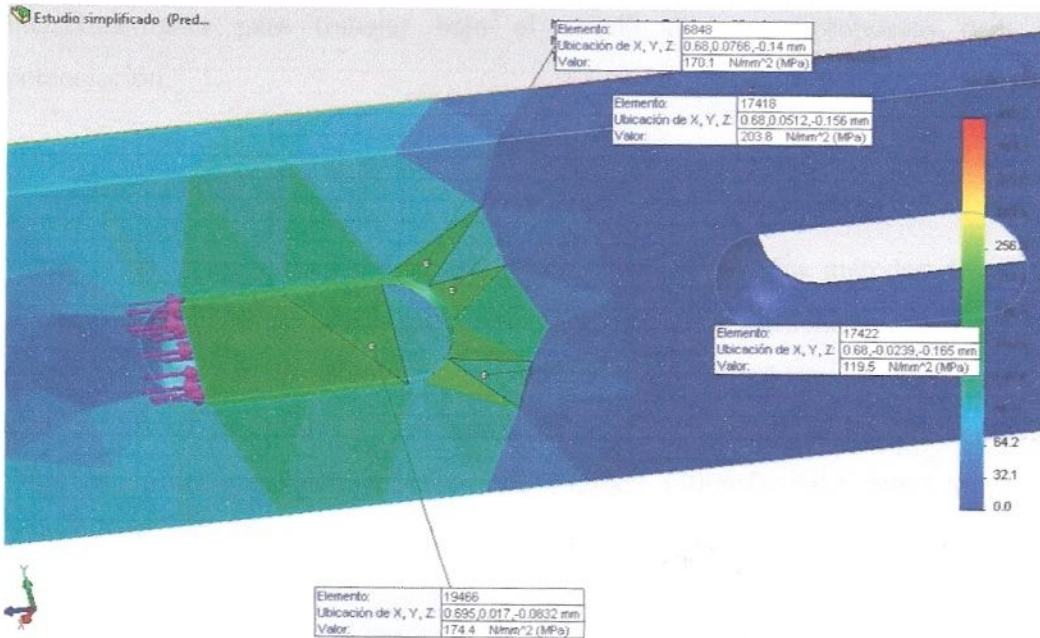


Fig. 17. Tensiones generadas en el contacto clavija-larguero.

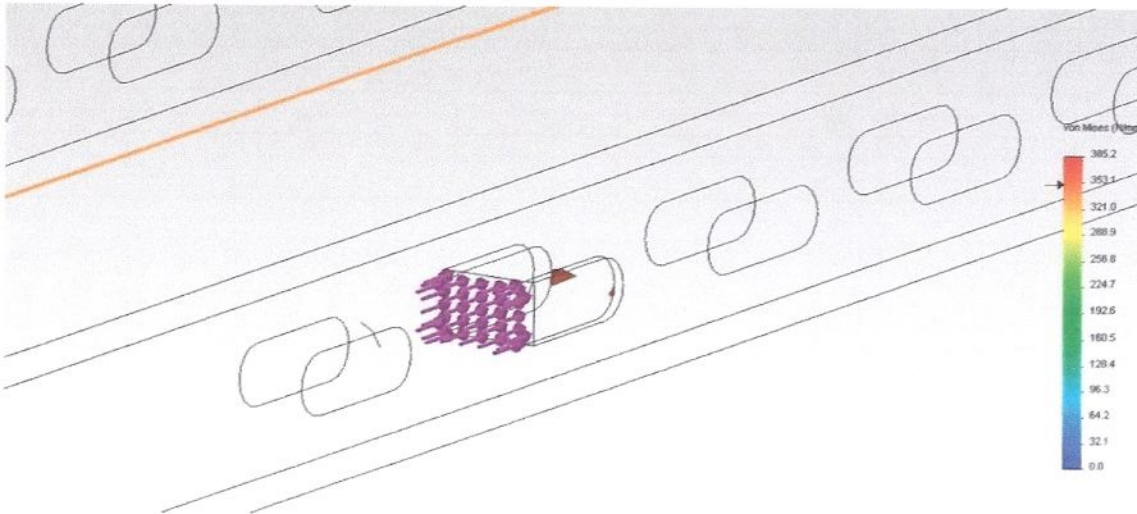


Fig. 18. Zona de concentración de tensiones.

En base a los estudios realizados, se puede apreciar un nivel normal de tensiones en casi la totalidad del equipo, pero el programa muestra que hay zonas en donde las tensiones rondan el límite de fluencia del material. En la figura 18 se pone de manifiesto la zona en donde se produce dicha concentración de tensiones, es un caso particular y se acepta el valor resultante, debido a que la fuerza entregada por el cilindro hidráulico es aplicada de manera lenta y progresiva. Esto beneficia a la estructura de la máquina y permite que se pueda trabajar bajo dichas condiciones. Con esto dicho, se asegura el



dimensionamiento para trabajar bajo el estado de carga propuesto para esta repotenciación.

7.4. Conclusión

En base a los estudios realizados hasta ahora, mediante los dos métodos de cálculos (Norma ASME BTH-1 y CAE), se puede afirmar que la estructura de la prensa, tal como se encuentra en la actualidad, es apta para trabajar bajo una fuerza mayor. La nueva capacidad propuesta y verificada del equipo (prensa) es ahora de 5390kN (550tnf) mientras que hasta ahora era de 3920kN (400tnf). Esto como ya se dijo anteriormente, representa un aumento en la capacidad de la prensa del 37.5%.