



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

“REDISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE 800 lbs. TIPO TIJERA PARA TRABAJO AÉREO - MANLIFT, EN EL CENTRO DE MANTENIMIENTO AÉREO (CEMA)

Juan Pablo Brazalez Reinoso
Nelson Iván Panchi Collaguazo

Mayo 2013.



OBJETIVO GENERAL

- “REDISEÑAR Y OPTIMIZAR UNA PLATAFORMA DE TRABAJO AÉREO - MANLIFT PARA AVIONES, EN EL CENTRO DE MANTENIMIENTO AÉREO (CEMA)”

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Rediseñar el sistema mecánico para la elevación de la plataforma.
- Rediseñar el sistema eléctrico para los mandos en la plataforma y en la base.
- Rediseñar e implementar las mangueras de presión, actuador, bomba y motor.
- Realizar el modelamiento y análisis de la estructura de la plataforma utilizando software.
- Realizar el análisis estructural mediante ensayos no destructivos tanto superficiales como volumétricos.



Cálculo de Fuerzas



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Parámetros de Diseño

Antes de la selección de los componentes mecánicos para el rediseño, es necesario tomar en cuenta los siguientes datos que poseen influencia directa en el diseño del sistema.

- Altura max. = 6,86 m.
- $m = 1990\text{kg}$ – $W = 19502\text{ N}$.
- $L = \text{long. pistón} = 1400\text{mm}$.



Cálculo Algebraico

$$y_{\min} = 1,7m.$$

$$y_{\max} = 6,86 m.$$

$$\theta_{\min} = \text{sen}^{-1}\left(\frac{y_{\min}}{4a}\right)$$

$$\theta_{\min} = 12,26^\circ$$

$$\theta_{\max} = 59,03^\circ$$

$$W * \delta Y = F_{pis.} * \delta L$$

$$Y = 4a * \text{sen } \theta$$

$$\delta Y = 4a * \text{cos } \theta * \delta \theta$$

$$L^2 = a^2 + (0,3a)^2 - 2(a)(0,3a) * \text{cos}(5^\circ + \theta)$$

$$L^2 = a^2 + 0,09a^2 - 0,6a^2 * \text{cos}(5^\circ + \theta)$$

$$2L\delta l = 0,6a^2 * \text{sen}(5^\circ + \theta) \delta \theta$$

$$\delta l = \frac{0,6a^2 * \text{sen}(5^\circ + \theta) \delta \theta}{2L}$$

$$w * 4a * \text{cos } \theta \delta \theta = F_{pis.} * \frac{0,6a^2 * \text{sen}(5^\circ + \theta) \delta \theta}{2L}$$

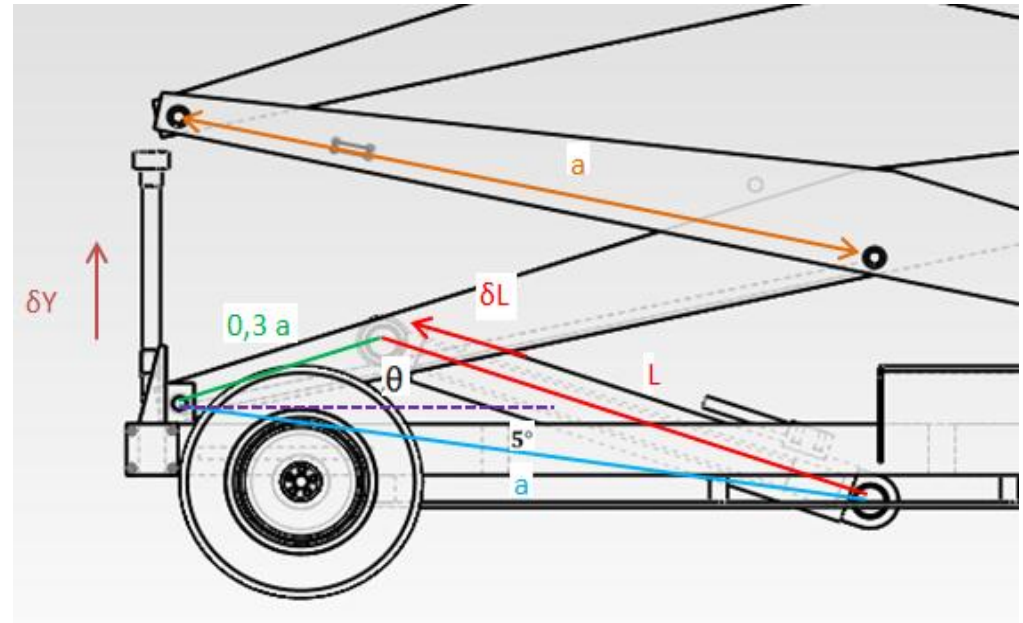
$$F_{pis.} = \frac{W * L * 8a * \text{cos } \theta}{0,6a^2 * \text{sen}(5^\circ + \theta)}$$

$$F_{pis.} = \frac{W * L * 8a * \text{cos } \theta}{0,6a^2 * \text{sen}(5^\circ + 12,26^\circ)}$$

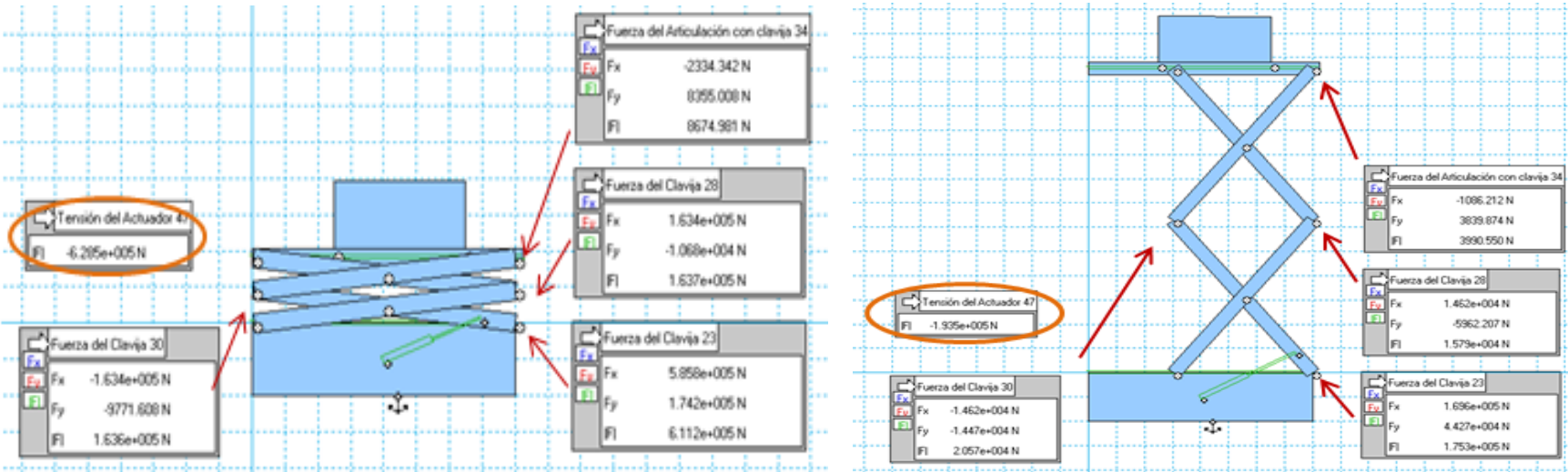
$$F_{pis.} = \frac{1990kg * 9,8 \frac{m}{seg^2} * 1,440m * 16m.}{0,6(2m)^2 * \text{sen}(5^\circ + 12,26^\circ)}$$

$$F_{pis. asc.} = 630987,5 N$$

$$F_{pis. asc.} = 208257,29 N$$



Cálculo por Working Model



Fuerza Pistón	Valores Analíticos	Valores del Simulador
Pos. Inferior	630987,5 N	628500 N
Pos. Superior	208257,29 N	193500 N



Modelamiento de los Elementos



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

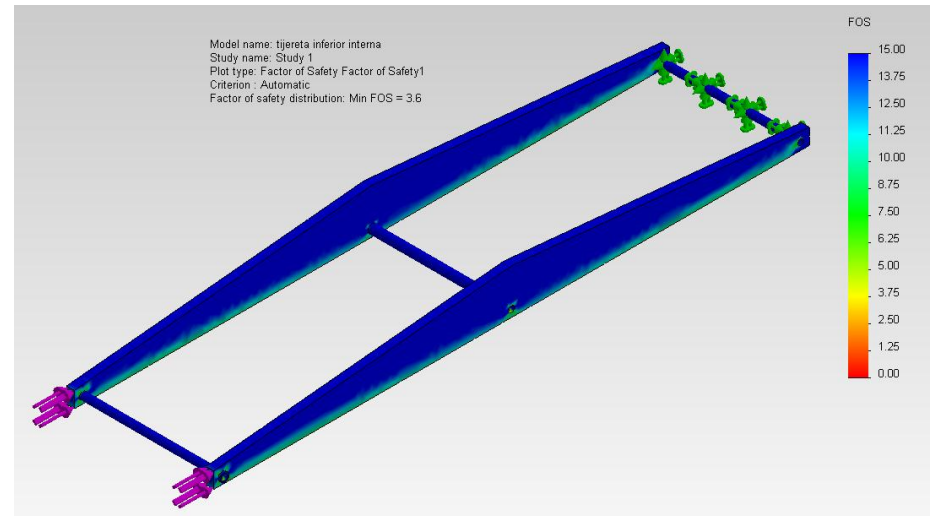
Tijeretas elevadoras

Las 4 tijeretas son similares, se selecciona la de mayor fuerza calculada en Working Model con un valor de 61120 N.

$$F_s = 3,6$$

$$\tau_0 = 17,22 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 61,992 \text{ MPa}$$



Pin de sujeción

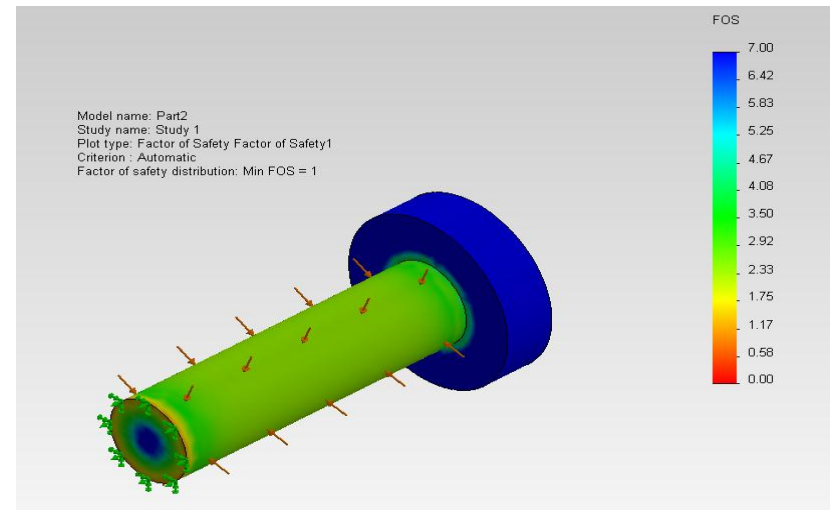
El pin de sujeción esta sometido a un peso aproximado de 5000 N.

Este peso está dado por el actuador hidráulico.

$$F_s = 1$$

$$\tau_0 = 0,598 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 0,598 \text{ MPa}$$



Pasadores de sujeción

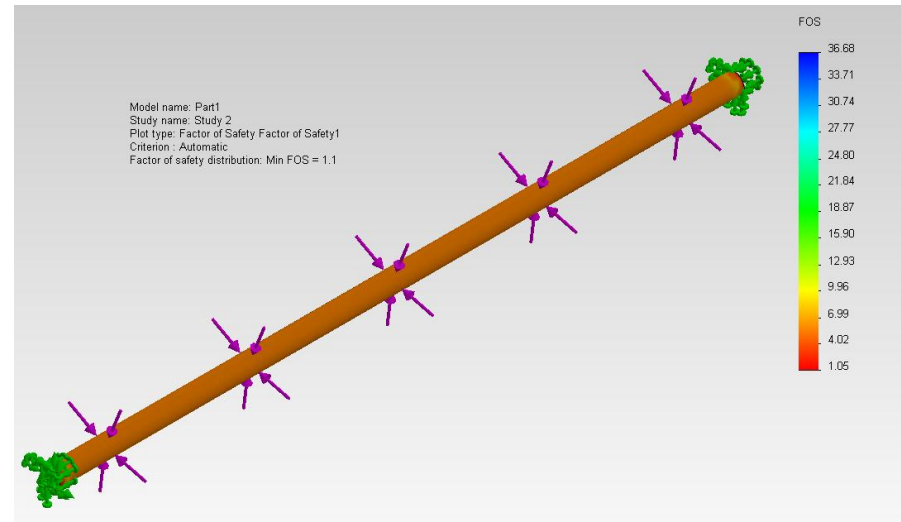
El pasador de sujeción esta sometido a una fuerza de 61120 N.

Esta fuerza es la misma a la cual está expuesta las tijeretas elevadoras.

$$F_s = 1,1$$

$$\tau_0 = 1,703 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 1,873 \text{ MPa}$$



Plataforma de trabajo

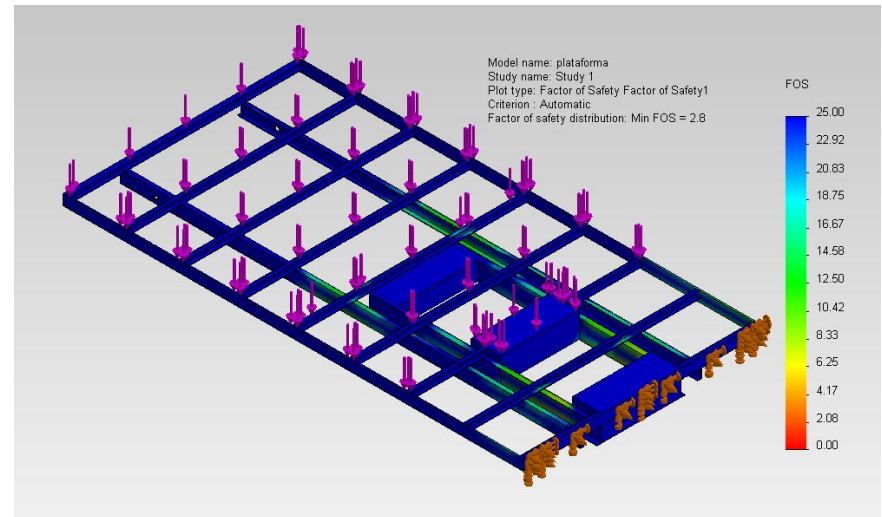
La plataforma de trabajo soporta un peso de 5000 N.

Esta fuerza está dada por el peso de 5 trabajadores de 100Kg c/u

$$F_s = 2,8$$

$$\tau_0 = 112,38 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 314,66 \text{ MPa}$$

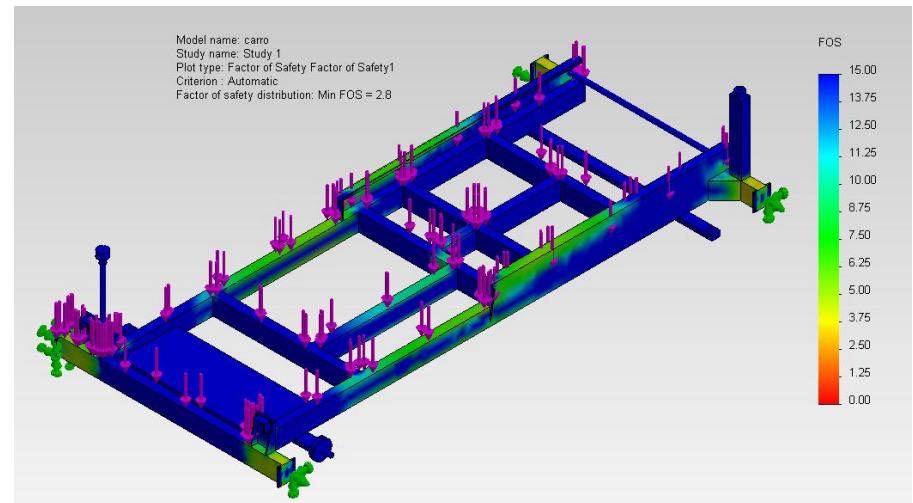


El chasis es el elemento que soporta el peso de toda la estructura con un valor de 24800 N.

$$F_s = 2,8$$

$$\tau_0 = 22,34 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 62,552 \text{ MPa}$$



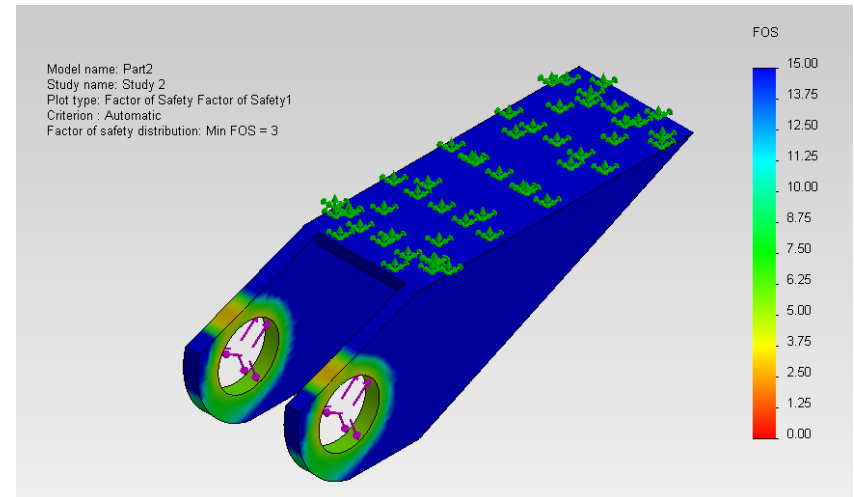
Orejetas de sujeción

Las orejetas de sujeción es el enlace entre el chasis y el actuador hidráulico, soporta el peso del cilindro, este valor es el mismo que el pin de sujeción.

$$F_s = 3$$

$$\tau_0 = 1,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 4,2 \text{ MPa}$$

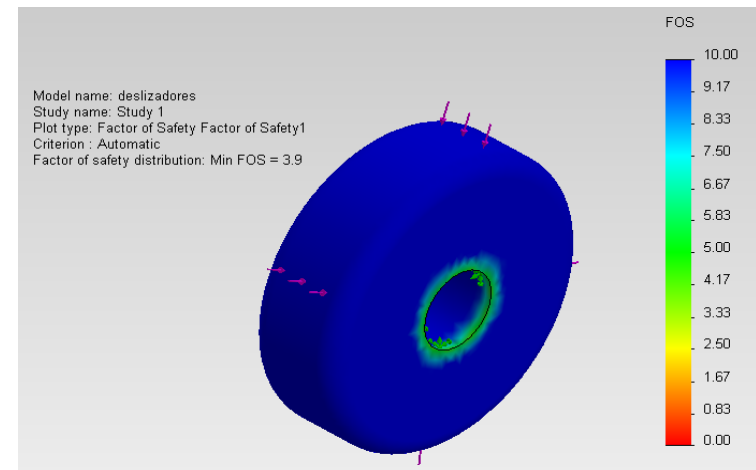


Los deslizadores realizan el movimiento de la plataforma en movimiento horizontal, cada uno soporta 9000 N.

$$F_s = 3,9$$

$$\tau_0 = 0,31 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 1,209 \text{ MPa}$$



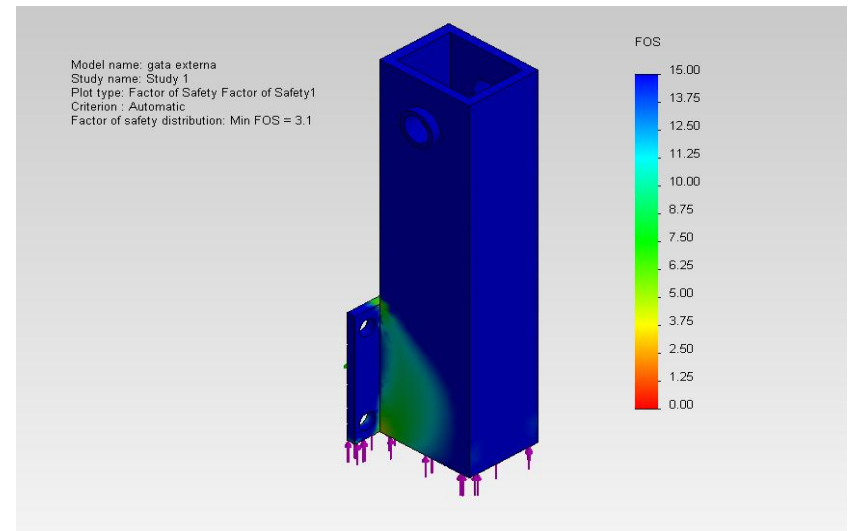
Estabilizadores hidráulicos

Los 4 estabilizadores hidráulicos soportan el peso de toda la estructura 24800 N., cada estabilizador tiene una Fuerza de Reacción de 6200N.

$$F_s = 3,1$$

$$\tau_0 = 4,93 \text{ MPa}$$

$$\tau_0 \text{ máx.} = 15,283 \text{ MPa}$$



Ensayos No Destructivos



E S P E
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

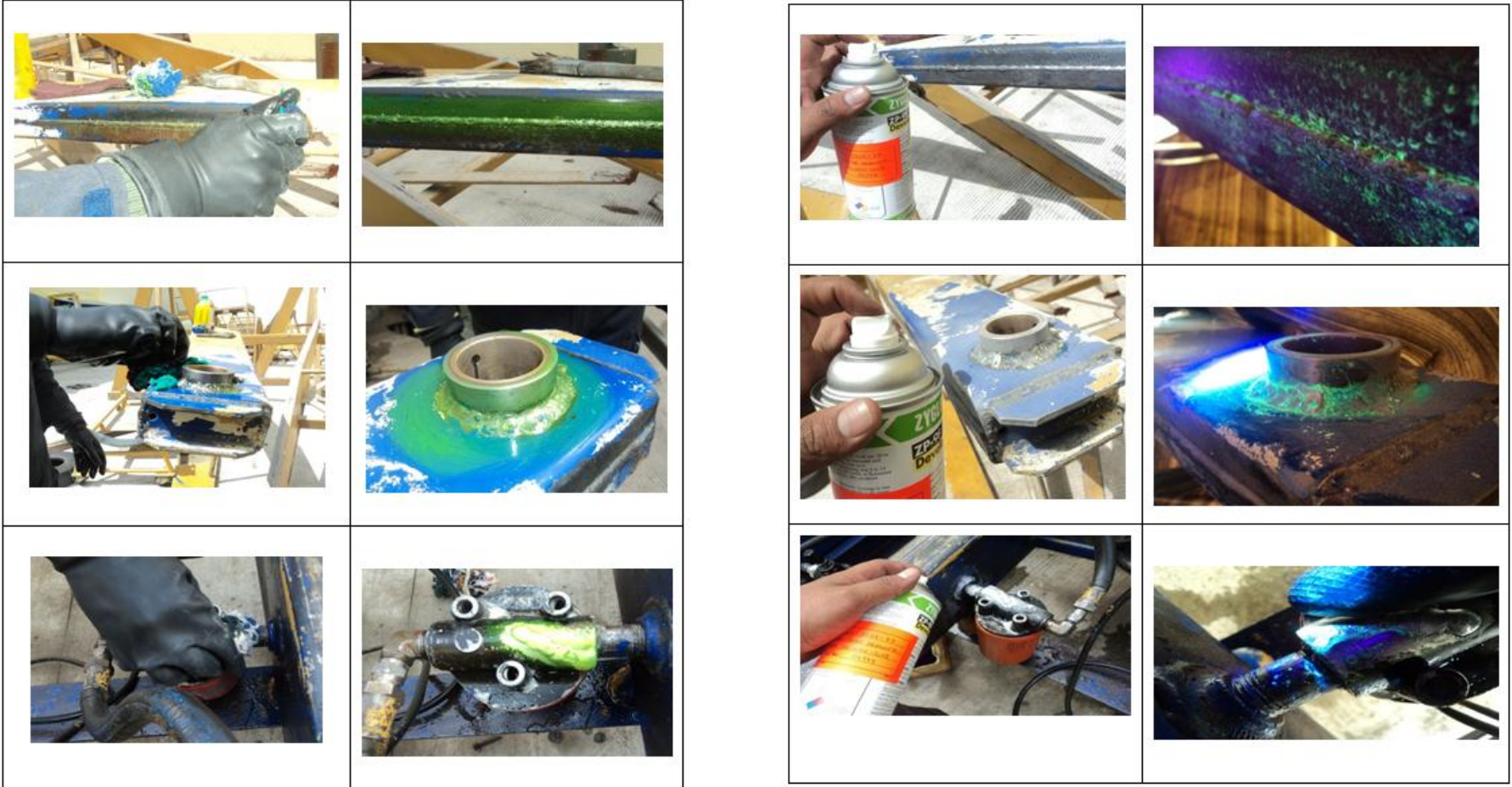
Inspección Visual



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Líquidos Penetrantes

TIPO I / Método A / Nivel sensibilidad 3 / Forma a / Clase 2



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Partículas Magnéticas

$$I \text{ mín} = 7,5 * \left(10 + \frac{Y^2}{40} \right)$$

$$I \text{ mín} = 7,5 * \left(10 + \frac{(25,4 \text{ mm})^2}{40} \right)$$

$$I \text{ mín} = 195,96 \text{ A.}$$

$$N * A = k * \frac{D}{l}$$

$$N * 195,96 \text{ A.} = 22000 * \frac{2 \text{ pulg}}{43,3 \text{ pulg}}$$

$$N = 5,18 \approx 5 \text{ vueltas}$$

$$H = \frac{0,32 \text{ A}}{r}$$

$$H = \frac{0,32 * 195,96 \text{ A}}{0,0254 \text{ m}} = 2468,7 \text{ A/m} = 2,46 \text{ KA/m}$$



Ultrasonido

c velocidad de propagación del sonido $5900\text{m}/\text{seg.}$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

$$\lambda = \frac{5900\text{m}/\text{seg.}}{25 * 10^6\text{Hertz}} = 2,36 * 10^{-4}\text{m.}$$

$$N = \frac{0,94D^2}{4\lambda}$$

$$N = \frac{0,94(0,01\text{m})^2}{4 * 2,36 * 10^{-4}\text{m}} = 0,1\text{m}$$

$$Z = \rho * v$$

$$Z = 7,86 * 10^3\text{Kg}/\text{m}^3 * 5900\text{m}/\text{seg}$$

$$Z = 4,63 * 10^7\text{ rayls}$$

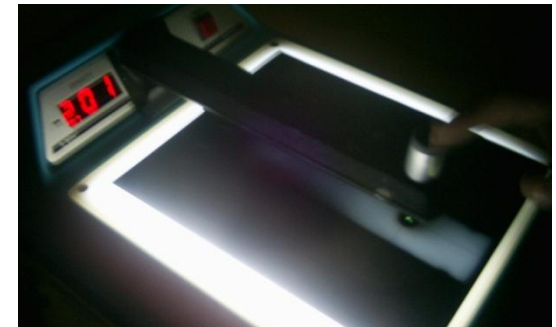


Rayos - X

$$f = d * K * (b)^{2/3}$$
$$f = 1,5mm.* 7,5 * (70mm.)^{2/3}$$
$$f = 191m \approx 0,2m.$$

$$\frac{I1}{I2} = \frac{d1^2}{d2^2}$$
$$I1 = \frac{d1^2}{d2^2} * I2$$
$$I1 = \frac{(200mm.)^2}{(500mm.)^2} * 100mA$$
$$I1 = 16mA$$

$$Ug = \frac{F * t}{d}$$
$$Ug = \frac{1,5mm * 50mm.}{200mm} = 0,375mm. < 50mm.$$



Corrientes Inducidas – Eddy Current

- μ_r Permeabilidad magnética 2000 (adimensional)
- σ Conductividad 12,06% IACS

$$\delta mm \approx \frac{661}{\sqrt{f * \mu_r * \sigma}}$$

$$\delta mm \approx \frac{661}{\sqrt{5000Hz * 2000 * 12,06}} \approx 0,06mm.$$

$$t \geq 3\delta$$

$$t \geq 3 * 0,06 = 0,18mm.$$



Mantenimiento Preventivo

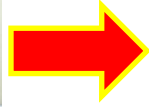


ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

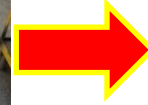
Mantenimiento Preventivo



Condición Inicial



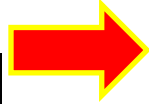
Desmontaje de los componentes



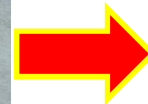
Pruebas eléctricas en las electroválvulas



Reemplazo de sellos y empaques



Proceso anticorrosivo con Primer



Proceso de pintura



Mantenimiento Preventivo

ANTES



DESPUÉS



ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Rediseño Mecánico



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Cálculo de los Componentes

Parámetros para la Selección

- Fuerza máxima requerida por el pistón

$$F = 630987,5 N$$

- Velocidad media de accionamiento del pistón

$$V_{pist.} = 0,02 \text{ m/seg}$$

- Carrera máxima del pistón

$$C_{pist.} = 1400 \text{ mm.}$$



Diseño Hidráulico

$$P = \frac{F \text{ pis.}}{A \text{ pis.}}$$

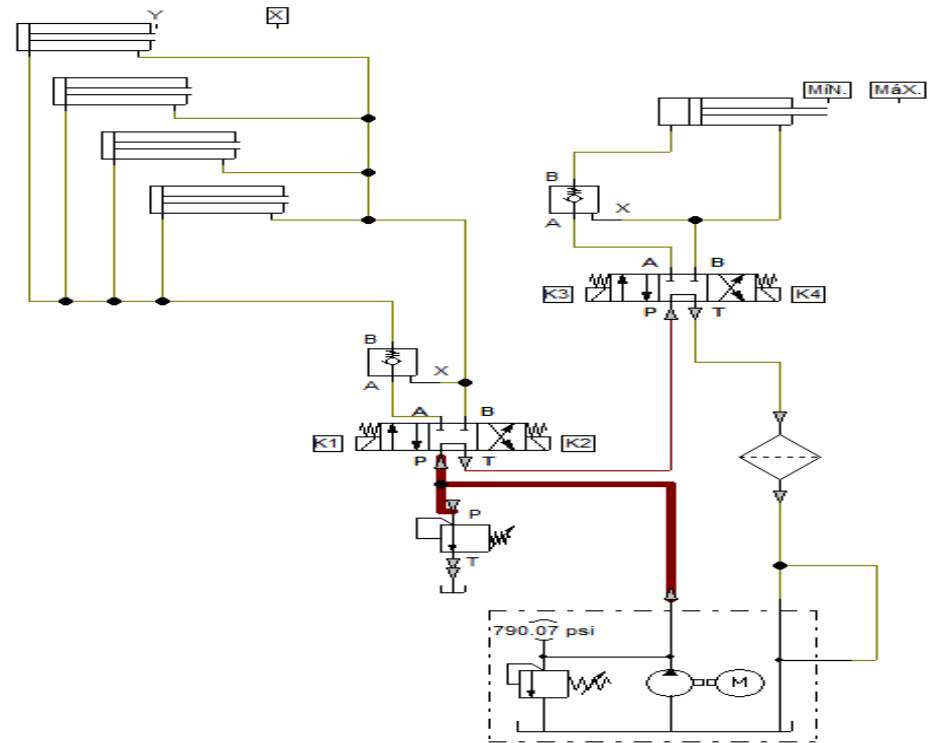
$$P = \frac{630987,5 \text{ N}}{\pi \left(\frac{0,2032 \text{ m.}}{2} \right)^2}$$

$$P = 19,457 \text{ Mpa} = 2821 \text{ psi}$$

$$\text{Caudal} = v * A$$

$$\text{Caudal} = 0,02 \text{ m}^3/\text{seg} * \pi \left(\frac{0,2032 \text{ m.}}{2} \right)^2$$

$$\text{Caudal} = 6,48 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{seg} \\ = 10,25 \text{ gal}/\text{min}$$



Bomba Hidráulica

Pump Type 2P series	Nominal Delivery at 1500 rev/min		Maximum Pressure		Max Speed at max Pressure rev / min.	Min Speed at max Continuous Pressure rev / min.
	Lpm gal/min (gpm)	L / min (Lpm)	psi	bar		
2P 3050	5.0	22.7	3000	207	3500	500
2P 3070	7.0	32.0	3000	207	3500	500
2P 3090	9.0	41.0	3000	207	3500	500
2P 3105	10.5	47.7	3000	207	3500	600
2P 3120	12.0	54.5	3000	207	3500	500
2P 3146	14.6	66.5	3000	207	3500	600
2P 3158	15.8	71.8	2525	174	2500	650
2P 3220	22.0	100	2525	174	2500	650



Potencia del Motor

$$Pot = F_{pis.} * v_{pis.}$$

$$Pot = 630987,5 N * 0,02 m/seg.$$

$$Pot = 12619,75 Watt = 16,91 hp.$$

$$Pot. motor requerida = \frac{Pot. calculada}{Rendimiento ciclo diesel}$$

$$Pot. motor requerido = \frac{16,91 hp}{63,35\%} = 26,7 hp.$$



Motor de Combustión



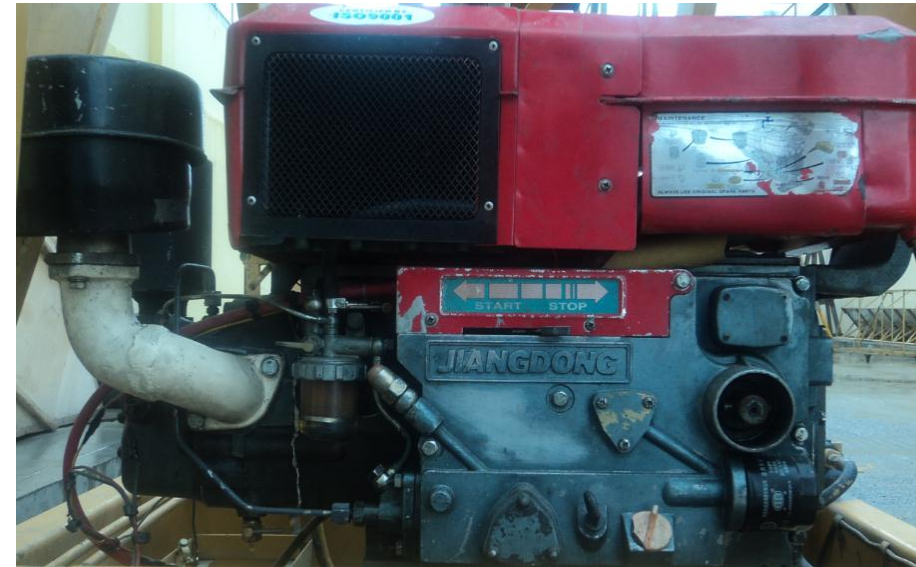
➔ **ZH1125**

Product Description

Specs

SPECIFICATIONS:

Model	ZH1125	ZH1125N	ZH1125D	ZH1125ND	ZH1125WP
Type	Single-cylinder, Horizontal, 4-cycle				
Combustion	Direct Injection				
Bore x Stroke(mm)	125x120	125x120	125x120	125x120	125x120
Displacement(L)	1.473	1.473	1.473	1.473	1.473
Compression Ratio	17:1				
Output/Speed(HPI/rpm)	30/2200	30/2200	30/2200	30/2200	30/2200
Cooling System	Evaporative	Radiator	Evaporative	Radiator	Evaporative
Lubrication System	Combined Pressure and Splash				
Starting Method(kg)	Hand Cranking	Hand Cranking	Starting Motor	Starting Motor	Hand Cranking
Weight(kg)	185	185	185	185	190
Size(mm)	L	900	900	900	900
	W	480	480	480	480
	H	760	760	760	760
20FT unit	90	90	90	90	90



ESPE
 ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
 CAMINO A LA EXCELENCIA

Mangueras Hidráulicas

$$Q = A. \text{manguera} * \text{velocidad}$$

$$A. \text{manguera} = \pi * \left(\frac{\phi}{2}\right)^2$$

$$\phi \text{ línea succión} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * \text{velocidad}}}$$

- **Velocidad para la línea de succión:** 0,6 m/seg – 1,2 m/seg
- **Velocidad para la línea de presión:** 2 m/seg – 4 m/seg
- **Velocidad para la línea de descarga:** 2 m/seg – 6 m/seg

$$\text{línea succión} = \sqrt{\frac{4 * 6,44 * 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{seg}}{\pi * 1,2 \text{ m/seg}}}$$

$$\phi \text{ línea succión} = 0,026\text{m} = 2,6 \text{ cm}$$

$$\phi \text{ línea presión} = 0,014\text{m} = 1,4 \text{ cm}$$

$$\phi \text{ línea descarga} = 0,011\text{m} = 1,1 \text{ cm}$$

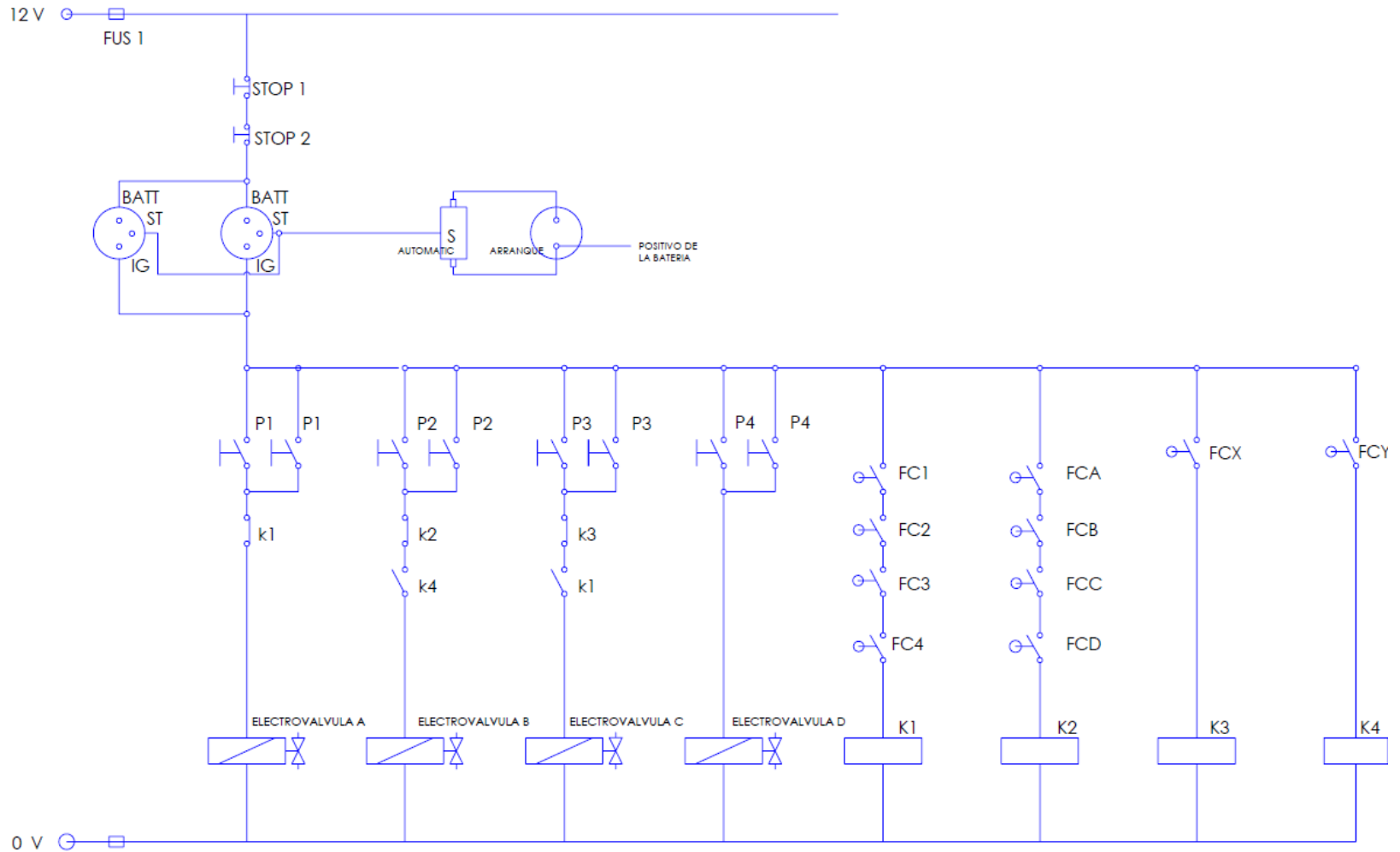


Rediseño Eléctrico



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Plano Eléctrico



Componentes Eléctricos

- 4 relés de DC de 10 Amp.
- 2 Fusibles de 5 Amp.
- Conductor #16 AWG
- 8 pulsadores
- 2 paros de emergencia
- 2 contactos tipo llave
- 1 batería 12V. 85 Amp.
- 10 finales de carrera 5 Amp.
- 2 electroválvulas 12v. DC.





ESPE
ESCUOLA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA



ESPE
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CAMINO A LA EXCELENCIA

Conclusiones

- Usando el software SOLIDWORKS se pudo modelar todos los componentes que conforman la parte mecánica del sistema, facilitando el entendimiento de su funcionamiento, también se pudo determinar en cada uno de los componentes las zonas de mayor esfuerzo para elevar y descender la plataforma. Mediante este análisis se facilitó las zonas de interés para poder aplicar los ensayos no destructivos tanto superficiales como volumétricos.
- Los ensayos no destructivos implementados en cada una de las zonas de mayor esfuerzo permitieron determinar la condición y homogeneidad en la cual se encuentran internamente y externamente el material de las distintas partes analizadas.



Recomendaciones

- Para inspecciones no destructivas en distintos trabajos, es recomendable el uso del software SOLIDWORKS, pues el mismo facilita el empleo de los equipos y materiales en las zonas de interés, permitiendo así un ahorro de recursos de personal, material, tiempo.
- Tomar en cuenta el sistema de mantenimiento propuesto, para evitar el deterioro de los elementos que componen todo el sistema de la plataforma elevadora. Dicho mantenimiento debe ser realizado por el personal de Equipos de Apoyo.
- Mantener los planos mecánicos y eléctricos en buenas condiciones, los cuales permitan un fácil entendimiento de la operación de la plataforma.

