



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Trabajo de Graduación para la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA **MENCIÓN AVIONES**

TEMA: “REHABILITACIÓN DE LA PRENSA HIDRÁULICA UTILIZADA EN EL REEMPAQUETAMIENTO DE PARACAÍDAS DE FRENO DEL AVIÓN CHEETAH MEDIANTE UN SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA BASE AÉREA DE TAURA”

AUTOR: CBOS. LESANO GANÁN RICARDO GERMÁN

DIRECTOR: ING. RODRIGO BAUTISTA

LATACUNGA

2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **CBOS. LESANO GANÁN RICARDO GERMÁN**, como requerimiento parcial para la obtención del grado de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**.

ING. RODRIGO BAUTISTA
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Abril 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS****AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CBOS. LESANO GANÁN RICARDO GERMÁN.**

Declaro que:

El proyecto denominado "REHABILITACIÓN DE LA PRENSA HIDRÁULICA UTILIZADA EN EL REEMPAQUETAMIENTO DE PARACAÍDAS DE FRENO DEL AVIÓN CHEETAH MEDIANTE UN SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA BASE AÉREA DE TAURA" ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las paginas correspondientes si amerita el caso, y cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Abril 2015

Cbos. Lesano Ganán Ricardo Germán.

180448482-0

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTORIZACIÓN

Yo, Cbos. Lesano Ganàn Ricardo Germán

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo "REHABILITACIÓN DE LA PRENSA HIDRÁULICA UTILIZADA EN EL REEMPAQUETAMIENTO DE PARACAÍDAS DE FRENO DEL AVIÓN CHEETAH MEDIANTE UN SISTEMA HIDRÁULICO PARA LA BASE AÉREA DE TAURA"

Latacunga, Abril 2015

Cbos. Lesano Ganán Ricardo Germán.

180448482-0

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado previo a la obtención del título, está dedicado a todos los aerotécnicos de la Base Aérea de Taura en especial al Escuadrón de Combate 2112 "Cheetah". Quienes con su arduo trabajo día a día en la gloriosa Base Aérea dedican todo su conocimiento y esfuerzo para mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves y así la Fuerza Aérea cumpla con la misión que la patria a encomendado.

Cbos. Lesano Ganán Ricardo Germán.

AGRADECIMIENTO

Es justo y memorable dar un más sincero agradecimiento a mis padres quienes con la ayuda de ellos he podido cumplir con muchos sueños que he tenido y uno de ellos ha sido graduarme en esta grandiosa institución.

Cbos. Lesano Ganán Ricardo Germán.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN	xvi
SUMARY.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Generales	3
1.4.2 Específicos.....	4
1.5 Alcance	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1. Avión cheetah	5
2.2. El paracaídas de freno.....	8
2.3. Paracaídas de freno 74293A	9
2.4. Foldeado y reempaquetamiento del paracaídas.....	13

2.5. Sistema de mecanismos y funcionamiento en el avión.....	16
2.5.1 Palanca de accionamiento	16
2.5.2 Sistema de varillaje.....	17
2.5.3 Mecanismos de aseguramiento.	17
2.5.4 Pin de liberación	19
2.6. Hidráulica.....	19
2.6.1 Ventajas y desventajas de la hidráulica	20
2.7. Prensa hidráulica	20
2.7.1 Principio de Pascal.....	21
2.8. Bomba hidráulica	21
2.8.1 Tipos de bombas.....	22
2.8.2 Según el tipo de accionamiento	24
2.8.3 Bomba aspirante de émbolo alternativo.....	24
2.8.4 Bomba impelente.	25
2.9. Válvulas	26
2.10. Cañerías	28
2.10.1 Tipos de cañerías hidráulicas.	30
2.10.2 Usos y aplicaciones de las mangueras hidráulicas.....	30
2.11. Acoples hidráulicos	31
2.12 Reservorios o tanque hidráulico.....	31
2.13 Actuador hidráulico	32
2.13.1 Cilindros de efecto simple.....	32
2.13.2 Cilindro de efecto doble	33
2.14 Fluido hidráulico	34
2.14.1 Viscosidad.....	35
2.14.2 Viscosidad dinámica	36

2.14.3 Punto de congelación.....	36
2.14.4 Poder antiespumante	37
2.14.5 Filtrabilidad.....	37
2.15 Normas de seguridad.....	38
CAPÍTULO III.....	39
DESARROLLO DEL TEMA.....	39
3.1. Preliminares.....	39
3.2. Situación de la prensa.....	41
3.3. Planeamiento y estudio de alternativas.....	41
3.3.1. Prensa hidráulica eléctrica	42
3.3.2. Prensa hidráulica de accionamiento manual.....	42
3.4. Rehabilitación	43
3.4.1 Descripción de la prensa hidráulica	44
3.4.2. Fases de la rehabilitación	44
3.5. Desmontaje de prensa.....	44
3.6. Armado del sistema hidráulico	47
3.6.1 Actuador hidráulico	47
3.6.2 Ensamble de la bomba reservorio.....	51
3.6.3 Adaptación del manómetro	54
3.6.4 Válvula de alivio de presión.	56
3.6.5 Mangueras hidráulicas y acoples.....	58
3.7. Adaptación del sistema hidráulico a la estructura de la prensa	59
3.7.1 Adaptación del cilindro hidráulico.....	61
3.7.2 Adaptación de la bomba.	63
3.8. Mejoramiento de la estética de la prensa.....	64
3.8.1 Proceso de lijado y pintado de la prensa	65

	x
3.8.2 Lijado de la estructura y partes	66
3.9. Realización de pruebas.....	70
3.10. Procedimientos de operación y mantenimiento	71
3.11. Estudio económico.....	71
CAPÍTULO IV	73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
Conclusiones.	73
Recomendaciones.	73
Glosario de términos.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXOS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II	5
FIGURA.1. Avión Cheetah C.	5
FIGURA. 2. Vistas del avión Cheetah.....	8
FIGURA. 3 Paracaídas de frenado	8
FIGURA. 4. Frenado avión Cheetha. Taura.....	10
FIGURA. 5. Campana principal.....	10
FIGURA. 6. Banda principal.....	11
FIGURA. 7. Esmerillón giratorio.....	11
FIGURA. 8. Funda recolectora de cuerdas.....	12
FIGURA. 9. Calota.	12
FIGURA. 10. Contenedor.....	13
FIGURA. 11. Reempaquetamiento paracaídas de freno.....	13
FIGURA. 12. Foldeado del paracaídas.....	14
FIGURA. 13. Banda principal recolectada.	14
FIGURA. 14. Funda recolectora de cuerdas.....	15
FIGURA. 15. Reempaquetado del paracaídas.....	15
FIGURA. 16. Paracaídas de freno reempaquetado.	16
FIGURA. 17. Palanca de accionamiento.....	16
FIGURA. 18. Sistema de varillaje.	17
FIGURA. 19. Posición A mecanismos	17
FIGURA. 20. Posición B mecanismos	18
FIGURA. 21. Posición C mecanismos.	18
FIGURA. 22. Medidas del pin de liberación.	19
FIGURA. 23. Paracaídas instalado listo para vuelo.....	19
FIGURA. 24 Prensa hidráulica manual	20

FIGURA. 25. Principio de pascal.	21
FIGURA. 26. Bomba rotodinamica.....	23
FIGURA. 27. Bomba centrifuga	23
FIGURA. 28. Bomba manual doble accion.	24
FIGURA. 29. bomba aspirante de émbolo alternativo.....	25
FIGURA. 30. Bomba aspirante de émbolo alternativo.	26
FIGURA. 31. Válvulas distribuidoras.....	26
FIGURA. 32. Válvulas de presión	27
FIGURA. 33. Válvulas de cierre	27
FIGURA. 34. Válvulas de flujo.	28
FIGURA. 35. Válvula de alivio de presión.....	28
FIGURA. 36. Mangueras hidráulicas.	29
FIGURA. 37. Acoples hidráulicos.....	31
FIGURA. 38. Acoples hidráulicos.....	31
FIGURA. 39 Cilindro efecto simple con muelle.....	33
FIGURA. 40 Cilindro doble efecto.....	33
FIGURA. 41. Viscosidad	35
FIGURA. 42. Viscosidad dinámica.....	36
FIGURA. 43. Punto de congelación	37
CAPÍTULO III.....	39
FIGURA. 44 Condiciones de la prensa	41
FIGURA. 45 Desarmado de prensa	45
FIGURA. 46 Cilindro neumático desmontado.	45
FIGURA. 47 Bola plástica.	46
FIGURA. 48 Válvula de pedal desmontada	46
FIGURA. 49 Filtro y manómetro desmontado	47

FIGURA. 50 Cilindro de doble efecto.....	48
FIGURA. 51 Adaptación de la bola de plástico.....	48
FIGURA. 52 Barra del pistón.	49
FIGURA. 53 Empaques para retención de fluidos en cilindros.	49
FIGURA. 54 Partes del cilindro actuador	50
FIGURA. 55 Torneado del pistón y toma de dimensiones.....	50
FIGURA. 56 Pistón previo a la modificación, y pistón con empaque.	50
FIGURA. 57 Actuador hidráulico de doble efecto.	51
FIGURA. 58 Bomba reservorio con doble actuador bidireccional.....	51
FIGURA. 59 Válvula de anti retorno.....	52
FIGURA. 60 Orificios aspirantes de líquido hidráulico.....	52
FIGURA. 61 Instalación de partes de la bomba.....	53
FIGURA. 62 Bomba reservorio armada	54
FIGURA. 63 Instalación de manguera hidráulica.....	54
FIGURA. 64 Instalación del manómetro.....	55
FIGURA. 65 Manómetro de medición	55
FIGURA. 66 Instalación de partes	55
FIGURA. 67 Bomba reservorio.	56
FIGURA. 68 Válvula de alivio.....	56
FIGURA. 69 Instalación de la válvula.	57
FIGURA. 70 Línea de descarga de presión válvula de alivio.....	57
FIGURA. 71 Válvula de alivio ajustada y asegurada.	58
FIGURA. 72 Bomba y cilindro unido con acoples y manguera flexible.	58
FIGURA. 73 Diseño del tipo de adaptación al cilindro actuador.	59
FIGURA. 74 Comparación entre el diseño el ensamble real.....	59
FIGURA. 75 Acople previo a ser estresado virtualmente.....	60

FIGURA. 76 Acople con la gráfica de las restricciones y cargas.	60
FIGURA. 77 Acople con resultado de deformación en mm.....	61
FIGURA. 78 Centrado del pistón a la prensa.....	61
FIGURA. 79 Proceso de soldado del cilindro.....	62
FIGURA. 80 Cilindro actuador adaptado con acople tipo L.	62
FIGURA. 81 Cilindro adaptado.	63
FIGURA. 82 Adaptación de la bomba.....	63
FIGURA. 83 Bomba adaptada a la prensa.....	64
FIGURA. 84 Acabados de la prensa.....	65
FIGURA. 85 Adaptación de la caja de herramientas.	65
FIGURA. 86 Proceso de lijado.....	66
FIGURA. 87 Proceso de lijado de partes.	66
FIGURA. 88 Proceso de lijado de partes.	67
FIGURA. 89 Proceso de protección de partes críticas.....	67
FIGURA. 90 Proceso de masillado de la estructura.....	67
FIGURA. 91 Proceso de masillado de partes hidráulicas.	68
FIGURA. 92 Proceso de pintado.....	68
FIGURA. 93 Proceso de pintado.....	69
FIGURA. 94 Proceso de pintado bomba.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II	5
TABLA 1 Características avión Cheetah	5
TABLA 2 Rendimiento Avión Cheetah.....	7
TABLA 3 Armamento avión Cheetah.....	7
TABLA 4 Datos técnicos del paracaídas de freno	9
CAPÍTULO III	39
TABLA 5 Ventajas y desventajas prensa eléctrica.....	42
TABLA 6 Ventajas y desventajas prensa accionamiento manual	42
TABLA 7 Tabla de pruebas operacionales.....	70
TABLA 8 Tabla de pruebas funcionales.....	70
TABLA 9 Estudio económico	71
TABLA 10 Costo total.	72

RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca dar solución a una problemática que existía en el Escuadrón de Mantenimiento N° 2112 acantonado en la Base Aérea de Taura, base operativa del avión de combate Cheetah, este avión como se describirá a lo largo del documento, tiene un dispositivo que frenado, denominado paracaídas de freno, este dispositivo posterior a su uso debe pasar por un proceso de reempaquetamiento comprimiéndolo dentro de un cilindro contenedor, dicho proceso se realizaba por medio de accesorios que se encontraban como préstamo de otros escuadrones, puesto que desde el 2008 la prensa fue reportada y no se había destinado un equipo propio para la tarea del reempaquetamiento de paracaídas, además que el equipo que se estaba utilizando no era el adecuado, se enfocó esfuerzos para realizar la rehabilitación de la prensa hidráulica utilizada en el reempaquetamiento de paracaídas de freno del avión Cheetah, con el fin de cumplir el cometido se realizó toda documentación para poder sacar el equipo a rehabilitar de la base hacia un taller que permita realizar los procesos de rehabilitación como suelda, pintura entre otros, además de proveerle de las reparaciones estructurales. Se acopló un sistema de control hidráulico a la estructura de la prensa, que por razones que se explican en el documento resulta ser la forma más eficaz de actuar la prensa, para finalizar se realizaron pruebas operativas y funcionales que después de ser afirmativas se procedió al proceso de pintura mismo que fue estándar para este tipo de equipos en color y composición.

PALABRAS CLAVES:

- **REEMPAQUETAMIENTO**
- **PRENSA HIDRÁULICA**
- **PARACAÍDAS DE FRENO**
- **AVIÓN CHEETAH**
- **ESCUADRÓN DE MANTENIMIENTO**

SUMARY

This research seeks to solve a problem that existed in the squadron maintenance N° 2112 stationed in what is known as Taura, operational base fighter plane Cheetah, this aircraft as will be described along the document, is a device that helps the braking device, called air brake parachute cheetah, this post-use device must go through a process of repackaging directing it and compressing in to a container cylinder, the process parachute packing air brake Cheetah was being done by means of accessories that were on loan from other squadrons, because since 2008 the drag chute press failed and not intended own team for do repackaging of parachute, and since the equipment that was being used was inadequate, efforts focused for the rehabilitation of hydraulic press used in repackaging of parachute air brake cheetah, in order to accomplish the task is made all relevant documentation to get the team to rehabilitate from the base to a workshop that allows for processes renovation as welding, painting among others, besides providing structural repair a control system hydraulic was coupled, which reasons explained in the document turns out to be the most effective way to act press, finally operational and functional tests were performed after to be proceeded affirmative paint process was same as standard equipment for this type of color and composition.

KEYWORDS:

- **REPACKAGING**
- **HYDRAULIC PRESS**
- **DRAG CHUTE**
- **PLANE CHEETAH**
- **SQUADRON**
- **MAINTENANCE**

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

La Base Aérea de Combate № 21 Taura ubicado en la provincia del Guayas perteneciente al cantón Yaguachi, cuya misión es la reacción inmediata de los aviones de combate en caso de incursión enemiga y patrullaje de nuestro espacio aéreo, así como también el mantenimiento y la disponibilidad de los mismos. Fue construida en julio de 1954 debido a que no existía un lugar adecuado en nuestro país para los aviones jet, se concretan los estudios para establecer una base aérea que permita operar eficientemente a la futura aviación jet. Esta pista debía tener características especiales para estas aeronaves. Con la llegada de la aviación supersónica se ve la necesidad de crear una nueva especialidad llamada EQUIPOS DE VUELO, la cual está ligada directamente con la vida del piloto en caso de una eyección, además encargada también del equipo de vuelo del piloto (traje anti g, chaleco salvavidas, casco) y el reempaquetamiento e instalación de paracaídas de freno para las aeronaves, mediante el uso de prensas hidráulicas, neumáticas y manuales, las cuales han sido reportadas por parte del personal técnico.

Actualmente se cuenta con una prensa neumática la cual no abastece con la demanda de paracaídas diarios que se necesita para cada periodo de vuelos de las aeronaves, adicional los problemas que existe con el compresor el cual corta el trabajo de la prensa y el personal se ve obligado a usar métodos no recomendables, por la salud de física de los mismos, existiendo una prensa neumática reportada pero apta para el reempaquetamiento de paracaídas, cabe recalcar que la rehabilitación de la prensa se la realizará mediante un sistema hidráulico, además contribuirá de mejor manera con la demanda de paracaídas diarios que se necesita en

cada periodo de vuelo, beneficiando así con la aeronavegabilidad de las aeronaves.

Hoy la heroica Base Aérea de Taura con las operaciones de vuelo y mantenimiento de los aviones Cheetah, mantiene el espíritu con el que comenzó, de ser el baluarte decisivo de la defensa nacional, con el compromiso de cumplir la misión en un solo lema: Vencer o vencer.

1.2 Planteamiento del Problema

En la Base Aérea de Taura, escuadrón de mantenimiento logístico 2112 Cheetah, en la sección de equipos de vuelo y en los antiguos Escuadrones (jaguar, K-fir. Mirage) se ha venido acumulando problemas al momento de trabajar en el reempaquetamiento de paracaídas de freno, debido a la inutilidad de las prensas existentes. La prensa que se pretende habilitar llegó a la base de Taura con los aviones k- fir en 1982 funcionando hasta el 2008. Por problemas de partes, accesorios que están caducados y defectuosos, el personal de la sección realiza los esfuerzos necesarios para rehabilitarla, pero por falta de recursos económicos y administrativos del escuadrón, la prensa no fue rehabilitada, y fue reemplazada con una prensa mecánica manual prestada por el Escuadrón Jaguar de la misma base y adaptada para su funcionamiento en el Escuadrón K-fir, en poco tiempo esto trajo problemas físicos para el personal técnico que ahí laboraba, tales como: lumbalgia, operaciones de columna, y otras enfermedades relacionadas.

Actualmente en el Escuadrón Cheetah cuenta con una solo prensa neumática la cual no facilita el trabajo rápido al momento de re empaquetar los paracaídas, ya que en varias ocasiones el compresor se ha dañado, teniendo la necesidad de realizar métodos no recomendables , además las operaciones de vuelo de los aviones Cheetah demandan de paracaídas de freno ya que dicha aeronave cumple diariamente con 3 periodos de 4

aeronaves aproximadamente; lo que implica que se necesita tener suficientes paracaídas reempaquetados y al no cumplir con esa demanda se cancelarían los vuelos poniendo en riesgo el cumplimiento de la misión que la FAE ha encomendado a la base.

1.3 Justificación

Con la rehabilitación que se desea realizar se logrará abastecer con paracaídas de frenado suficientes para las operaciones de vuelo de aviones Cheetah, además mayor confianza y seguridad al momento de realizar dicho trabajo, puesto que se optimizaría tiempo, (no habría la necesidad de trasladarse a la prensa manual cuyo trabajo es lento y difícil), recursos humanos (no se haría mal esfuerzo físico y se reduciría las enfermedades producidas en el trabajo), recursos económicos, (contribuiría con la disponibilidad de las aeronaves en línea de vuelo y con el contrato de las horas de vuelo anuales que el escuadrón debe cumplir, además el ahorro de energía eléctrica). Cabe recalcar que es de gran importancia la utilización de paracaídas de freno en la aeronave además del correcto re empaquetamiento, puesto que el aterrizaje a gran velocidad de estas aeronaves hace extremadamente necesario el sistema de paracaídas de frenado, salvaguardando así la aeronave mediante un aterrizaje y frenado seguro.

1.4 Objetivos

1.4.1 Generales

Rehabilitar la prensa hidráulica utilizada en el reempaquetamiento de paracaídas de freno del avión Cheetah mediante un sistema hidráulico para la Base Aérea de Taura.

1.4.2 Específicos

- Obtener información necesaria e investigación de campo sobre el estado en que se encuentra la prensa.
- Clasificar la información necesaria a utilizar.
- Realizar planos de adaptación.
- Adquirir materiales y equipos.
- Adaptar nuevas partes y componentes para el funcionamiento de la prensa mediante un sistema hidráulico.
- Comprobar su funcionamiento.

1.5 Alcance

El proyecto propuesto a realizarse beneficiará directamente con el desempeño laboral de los Aerotécnicos de la Base de Taura, salvaguardando su salud y mejorando la seguridad de los mimos. Además se apoyará sin ninguna restricción operativa con el reempaquetamiento de paracaídas de freno para las operaciones de vuelo de los aviones Cheetah, aumentando así la aeronavegabilidad de los mismos y cumpliendo con las misiones y las horas de vuelo establecidas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Avión cheetah¹

El avión Cheetah es una aeronave de combate con un poderoso motor jet Atar 9K50 montado en el centro del fuselaje. El combustible es configurado por el número de tanques localizado en varias partes del avión, además cuenta con tanques externos. El fuselaje es seminonocoque, avión cazabombardero, monoplacea o biplacea cuyo único operador al 2012 es la Fuerza Aérea del Ecuador. Fue construido por la Atlas Aircraft Corporation de Sudáfrica (establecida en 1965) sobre la base del avión Dassault Mirage III de tercera generación. Resultando en tres variantes construidas, el biplacea Cheetah D, y el monoplacea Cheetah E y Cheetah C (el modelo C está basado en el caza israelí Kfir). El Cheetah E fue retirado en 1992, y las últimas unidades operativas, Cheetah C y Cheetah D, en la Fuerza Aérea Sudafricana fueron dadas de baja del servicio operativo en 2008.



Figura.1. Avión Cheeta C.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Atlas_Cheetah.

1. Tomado de DENEL AVIATION

TABLA 1.**Características avión Cheetah.**

Tripulación	1/ 2 en la versión biplaza.
Longitud	15,7 m (51,3 ft)
Altura	4,6 m (14,9 ft)
Envergadura	8,2 m (27 ft)
Superficie alar	34,8 m ² (374,6 ft ²)
Peso vacío:	6 600 kg (14 546,4 lb)
Peso máximo al despegue:	13 700 kg (30 194,8 lb)
Planta motriz:	1× Turborreactor SNECMA Atar 09K50
Empuje normal	49 kN (5 000 kgf; 11 022 lbf) de empuje
Empuje con postquemador	70,8 kN (7 222 kgf; 15 921 lbf) de empuje.

TABLA 2.**Rendimiento avión Cheetah.**

Velocidad máxima operativa (V_{no})	2 338 km/h (1 453 MPH; 1 262 kt) a 12.000 m de altitud.
Velocidad crucero (V_c)	956 km/h (594 MPH; 516 kt) a 10.000 m de altitud.
Alcance	1 300 km (702 nmi; 808 mi)
Alcance en ferry	2 400 km (1 296 nmi; 1 491 mi)
Techo de servicio	17 000 m (55 774 ft)
Régimen de ascenso	233,3 m/s (45 925 ft/min)
Carga alar	250 kg/m ² (51,2 lb/ft ²)

TABLA 3.**Armamento avión Cheetah.**

Cañones	2x cañones DEFA de 30 mm con 125 proyectiles cada uno.
Puntos de anclaje	5 con una capacidad de 4.400 kg
Bombas	Mark 82Mark 83
Cohetes	4 x Contenedores Matra de 18 tubos con cohetes SNEB de 68 mm
Misiles	Misiles aire-aire 4 x A-Darter
Otros	Hasta 3 tanques de combustibles externos de 250 litros.

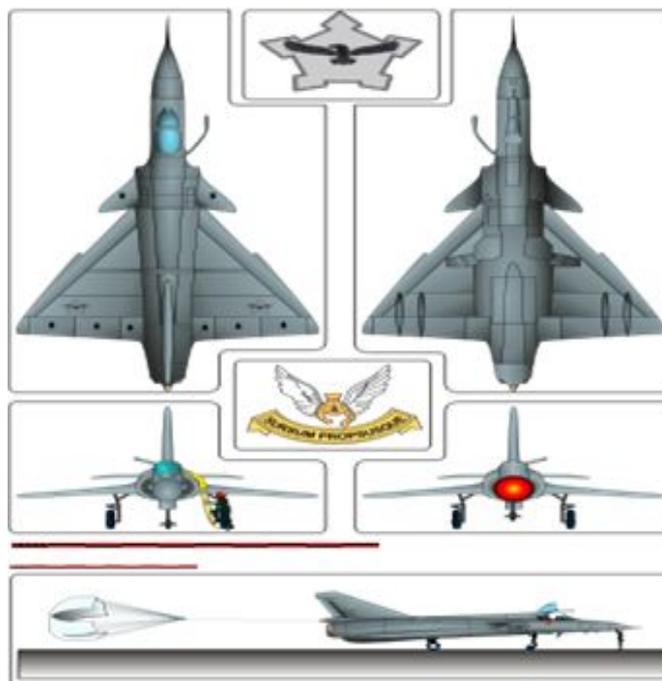


Figura 2. Vistas del avión Cheetah.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Atlas_Cheetah

2.2. El paracaídas de freno

Es un dispositivo similar a un paracaídas usado como método para reducir la distancia de frenado de un avión durante el aterrizaje por debajo de la que se obtendría usando exclusivamente los frenos de la aeronave.



Figura.3. Paracaídas de frenado.

Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Drogue_parachutes.

Son varios los aviones de caza que usan un dispositivo de frenado adicional que consiste en un paracaídas plegado en una especie de cajón en algún sitio de la cola. Este paracaídas está prensado para ser utilizado en caso de pistas más cortas de lo normal o cuando el sistema de frenado dentro del diseño propio de cada aeronave, no está compuesto por unos paquetes de freno demasiado potentes, con lo que su uso se hace habitual.

En cuanto al momento del aterrizaje hay que usarlo, depende del avión, de su peso y por lo tanto de la inercia que tiene, de la velocidad de aterrizaje, de donde está el centro de gravedad. Por ejemplo en el F-5 se debía accionar con la pata de morro ya corriendo por la pista para evitar estampar la misma con el tirón que se produce, otros como el Mirage-III, podía usarlo aún efectuando la frenada aerodinámica (presentando el mayor ángulo de aspecto posible) pues la inercia y su centro de gravedad más adelantado no variaba la posición de morro del mismo.

2.3. Paracaídas de freno 74293A²

El paracaídas de freno esta designado para los aviones de combate en el momento del aterrizaje, es así que minimiza la actuación de los frenos. El paracaídas de freno es especial y efectivo para la estabilización del avión en pistas cortas.

Tabla 4.

Datos técnicos del paracaídas de freno.

Diámetro de la campana principal	3.40 metros
Área de la campana principal	13.51 m ²
Numero de cuerdas	32 líneas
Longitud de las cuerdas	5 metros
Longitud de la banda principal	4 metros
Peso medio	9.630±300kg

2. tomado del manual de mantenimiento del paracaídas de frenado G3-04-13-09



Figura 4. Frenado avión Cheetha. Taura.
Fuente: <http://www.ccfaa.mil.ec/cheetah>.

El material usado para la construcción del paracaídas de freno, está acorde a las especificaciones originales. Todos los componentes están fabricados con nylon sintético. El tiempo de vida para su uso es de 80 aperturas la campana principal y de 50 la banda principal, las demás partes por condición.

- La campana principal está compuesta por dos rectángulos que al momento que son unidos en su centro forman una cruz.

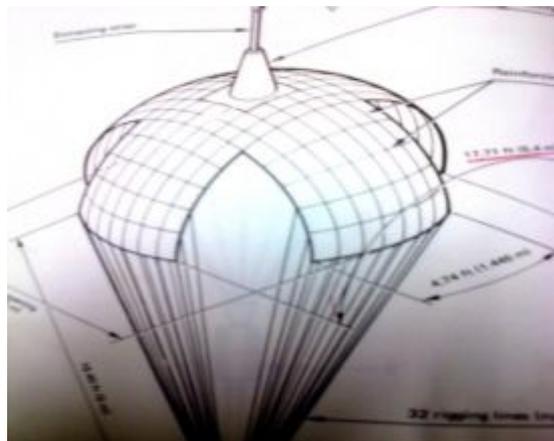


Figura 5. Campana principal.
Fuente: Manual drag chute.

- La banda principal está construida por tres bandas cocidas respectivamente y unida al candado de conector (esta hecho de acero, su tiempo de vida está dado a las 2000 aperturas) y enganchado en la cola del avión, la banda une a la campana principal con la aeronave.



Figura 6. Banda principal.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

- El esmerillón giratorio está hecho de acero y cuya función es girar la cúpula libremente cuando esta se abre y evitar que el avión se destabilice en pista o que las cuerdas se enreden con la banda.



Figura 7. Esmerillón giratorio.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura

- La funda recolectora de cuerdas como su nombre lo dice recolecta ordenadamente las líneas evitando que estas se enreden al momento del re empaquetamiento y al expulsar la cúpula.



Figura 8. Funda recolectora de cuerdas.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

- La calota asegura el paracaídas reempaquetado en el container mediante pupos, además hace la función de paracaídas extractor por su forma cónica y hueca en su interior que contiene un resorte que ayuda a la extracción de la cúpula.



Figura 9. Calota.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

- El container guarda todo el conjunto del paracaídas en su interior que es embutido con una prensa en su totalidad dejando libre el candado de conexión.



Figura10. Container.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

El container es removible y de forma cilíndrica fabricado de aleación de aluminio, tiene dos huecos donde se instalan respectivamente, el pin de re empaquetamiento y el pin de la aeronave para su largado.

2.4. Foldeado y reempaquetamiento del paracaídas.



Figura 11. Reempaquetamiento paracaídas de freno.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

Para poder continuar con este proceso es recomendable revisar las condiciones técnicas del paracaídas, además la utilización de la Orden Técnica. Se debe limpiar todos los objetos extraños que se encuentren en la mesa de re empaquetamiento y subir el paracaídas a re empaquetar. Desenredar las cuerdas del paracaídas, además identificar todas sus secciones que no presenten cortaduras que excedan los límites de cada cuadro. Comenzar el foldeado desde la línea 17 revisando que las mismas no presente contaminación ni ruptura.



Figura 12. Foldeado del paracaídas.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

Es importante revisar la funda recolectora de cuerdas que no presente ruptura y que las ligas estén completas. Realice la recolección de cuerdas cuidadosamente sin exceder el ancho de la funda haciendo lo mismo con la banda principal.



Figura 13. Banda principal recolectada.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.



Figura 14. Funda recolectora de cuerdas.
Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

El container debe estar en buenas condiciones para introducir en la prensa, posteriormente el paracaídas en el container introduciendo primero desde el candado, funda recolectora, y por último la cúpula en forma de acordeón, para terminar se debe asegurar la calota al container, además tener muy en cuenta registrar sus aperturas.

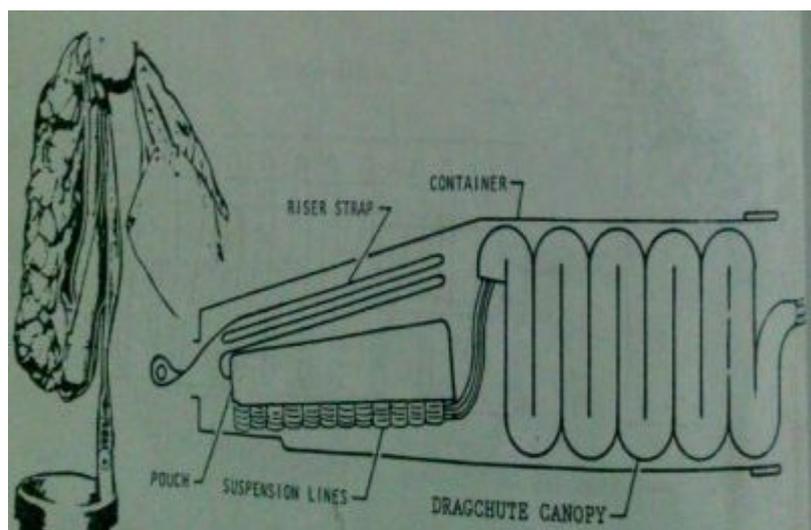


Figura 15. Reempaquetado del paracaídas.
Fuente: Manual IAI drag chute.



Figura 16. Paracaídas de freno re empaquetado.

Fuente: Sección equipos de vuelo Taura.

2.5. Sistema de mecanismos y funcionamiento en el avión.

El sistema de largado de paracaídas de freno comprende; la palanca de accionamiento, el sistema de varillaje, el sistema de aseguramiento y el pin de liberación:

2.5.1 Palanca de accionamiento

Está ubicada en la parte superior izquierda en la cabina del piloto, cuya función es el accionamiento y liberación del paracaídas en el momento del aterrizaje en la pista. La palanca tiene dos simples movimiento, hacia atrás libera el paracaídas y asegura el sistema, y hacia adelante expulsa paracaídas completamente del avión cuando ya haya frenado lo suficiente.



Figura 17. Palanca de accionamiento.

Fuente: Cabina avión Cheetah.

2.5.2 Sistema de varillaje.

El sistema de varillaje comprende una serie de varillas y resortes que van desde la palanca en la cabina del piloto, recorre por el fuselaje hasta los mecanismos de aseguramiento del paracaídas. El varillaje esta hecho de aleación de aluminio perfectamente instalado y calibrado en la aeronave para su correcto funcionamiento.

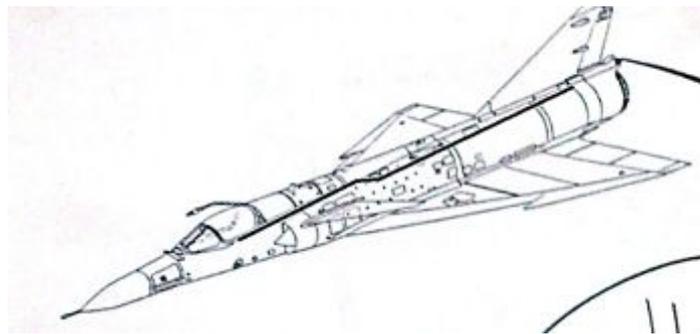


Figura18. Sistema de varillaje.

Fuente: Manual drag chute.

2.5.3 Mecanismos de aseguramiento.

Está ubicado en la cola del avión, construido de aleación de titanio para soportar la carga aerodinámica del paracaídas expulsado, trabaja conjuntamente con la palanca de accionamiento. Los mecanismos funcionan en tres posiciones A, B Y C.

- En la posición A la mordaza está cerrada pero no asegurada.

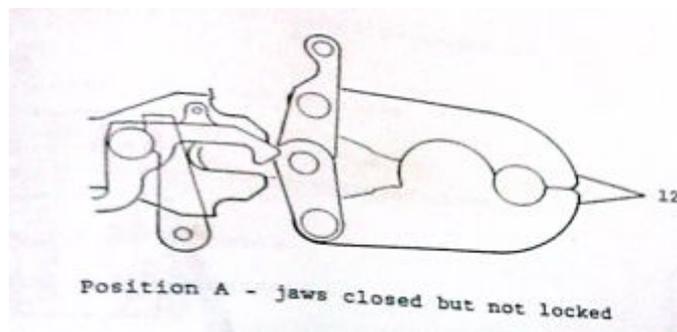


Figura 19. Posición A mecanismos.

Fuente: Manual mantenimiento Cheetah C.

- En la posición B, cerrado y asegurado, funciona halando la palanca con una velocidad ideal de largado de 180 kts. A partir de los 190 kts hasta máximo los 210 kts existe un esfuerzo, pasado los 210 kts el sistema mismo no soporta, expulsando el paracaídas de aeronave, es decir los mecanismos están calibrados de esa manera ya que puede existir un largado involuntario en vuelo.

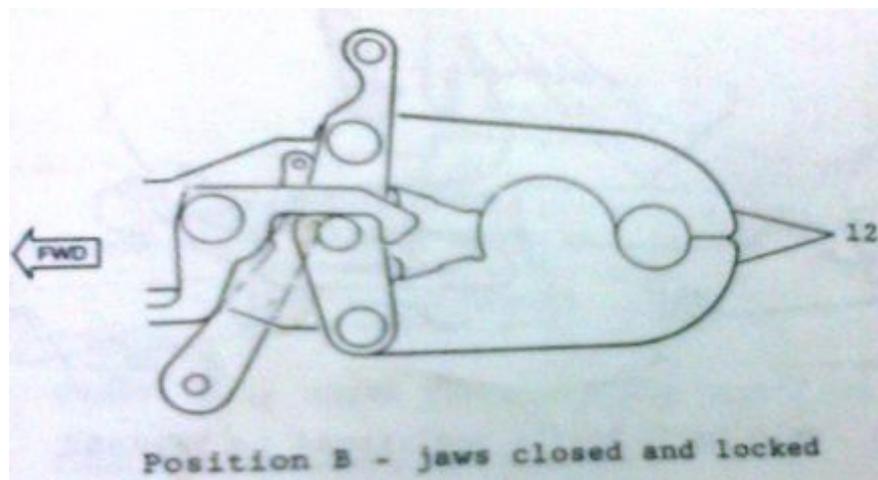


Figura.20. Posición B mecanismos.

Fuente: Manual mantenimiento Cheetah C.

- La posición C la mordaza está abierta y no asegurada.

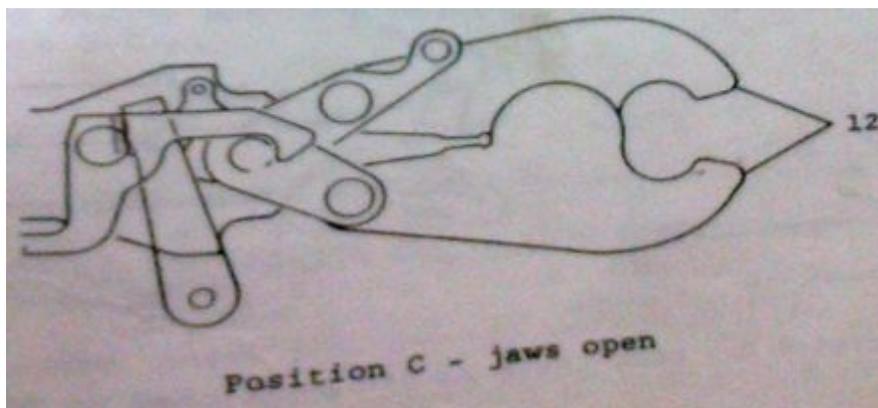


Figura 21. Posición C mecanismos.

Fuente: Manual mantenimiento Cheetah C.

2.5.4 Pin de liberación

El pin es instalado en el paracaídas de freno, cuya función es liberar el mismo cuando el piloto acciona la palanca. Las medidas del pin según el manual de operación y mantenimiento son de 19 mm $+3-0$, para que exista un largado del paracaídas de freno exitoso.

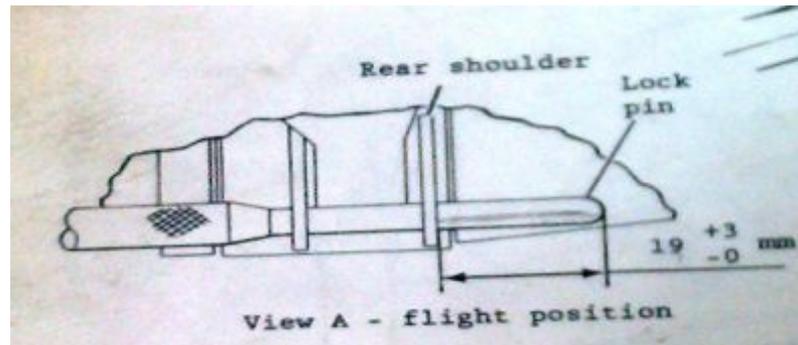


Figura 22. Medidas del pin de liberación.

Fuente: Manual mantenimiento Cheetah C.



Figura 23. Paracaídas instalado listo para vuelo.

Fuente: Base Taura Cheetah C.

2.6. Hidráulica

Hidráulica es una es una rama de la física y la ingeniería que se relaciona con el estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos.

El desarrollo de la hidráulica se ha basado principalmente en los conocimientos transmitidos a través de generaciones y en la aplicación sistemática de ciencias, principalmente Matemáticas y Física. Una de estas

ciencias, es la Mecánica de los Fluidos, que proporciona las bases teóricas en que descansa la hidráulica.

2.6.1 Ventajas y desventajas de la hidráulica

Ventajas:

- Permite trabajar con elevados niveles de fuerza o momentos de giro.
- El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable.
- Velocidad de actuación fácilmente controlable. Manual, eléctrica, mecánica, electrónica.
- Instalaciones compactas.

Desventajas:

- Pérdidas de carga.
- Personal especializado para la manutención.
- Fluido muy sensible a la contaminación

2.7. Prensa hidráulica

Una prensa hidráulica es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores.



Figura 24. Prensa Hidráulica Manual.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica

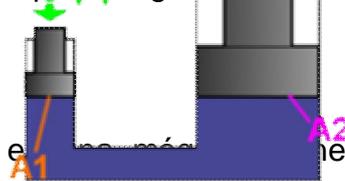
2.7.1 Principio de Pascal

En el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al principio mediante el cual la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente se transmite con la misma intensidad en todas direcciones. Gracias a este principio se pueden obtener fuerzas muy grandes utilizando otras relativamente pequeñas. Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado es la prensa hidráulica, la cual está basada en el principio de Pascal. El rendimiento de la prensa hidráulica guarda similitudes con el de la palanca, pues se obtienen fuerzas mayores que las ejercidas pero se aminora la velocidad y la longitud de desplazamiento, en similar proporción.

$$F_2 = F_1 \left(\frac{A_2}{A_1} \right)$$

Figura 25. Principio de Pascal.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica



2.8. Bomba hidráulica³

Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía del fluido incompresible que mueve. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli.

En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

Existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que

3. http://es.ingenieria.org/wiki/Bomba_hidr%C3%A1ulica máquinas de fluido que

transfieren energía, o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad de su fluido de trabajo, a diferencia de otras máquinas como lo son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática y no la hidráulica. Pero también es común encontrar el término bomba para

referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, así como lo son las bombas de vacío o las bombas de aire.

2.8.1 Tipos De Bombas.

Según el principio de funcionamiento, la principal clasificación de las bombas según el funcionamiento en que se base:

- Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico, en las que el principio de funcionamiento está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan bombas volumétricas. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo. A su vez este tipo de bombas pueden subdividirse en:
 - Bombas de émbolo alternativo, en las que existe uno o varios compartimentos fijos, pero de volumen variable, por la acción de un émbolo o de una membrana. En estas máquinas, el movimiento del fluido es discontinuo y los procesos de carga y descarga se realizan por válvulas que abren y cierran alternativamente. Algunos ejemplos de este tipo de bombas son la bomba alternativa de pistón, la bomba rotativa de pistones o la bomba pistones de accionamiento axial.
 - Bombas volumétricas rotativas o roto estáticas, en las que una masa fluida es confinada en uno o varios compartimentos que se desplazan desde la zona de entrada (de baja presión) hasta la zona de salida (de alta presión) de la máquina. Algunos ejemplos de este tipo de máquinas son la bomba de paletas, la bomba de lóbulos, la bomba de engranajes, la bomba de tornillo o la bomba peristáltica.

- Bombas roto dinámicas, en las que el principio de funcionamiento está basado en el intercambio de cantidad de movimiento entre la máquina y el fluido, aplicando la hidrodinámica. En este tipo de bombas hay uno o varios rodetes con álabes que giran generando un campo de presiones en el fluido.

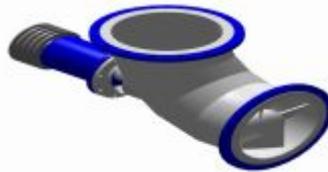


Figura 26. Bomba fotodinámica.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_hidr%C3%A1ulica

En este tipo de máquinas el flujo es continuo. Estas turbo máquinas hidráulicas generadoras pueden subdividirse en:

- Radiales o centrífugas, cuando el movimiento del fluido sigue una trayectoria perpendicular al eje del rodete impulsor.

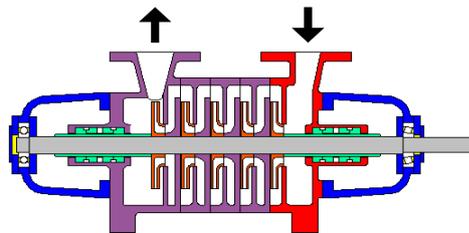


Figura. 27. Bomba centrífuga.

Fuente: wikipedia.org/wiki/Bomba_hidr%C3%A1ulica.

- Axiales, cuando el fluido pasa por los canales de los álabes siguiendo una trayectoria contenida en un cilindro.
- Diagonales o helicocentrífugas cuando la trayectoria del fluido se realiza en otra dirección entre las anteriores, es decir, en un cono coaxial con el eje del rodete.

2.8.2 Según el tipo de accionamiento

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



Figura 28. Bomba manual doble acción.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_hidr%C3%A1ulica

2.8.3 Bomba aspirante de émbolo alternativo.

En una "bomba aspirante", un cilindro que contiene un pistón móvil está conectado con el suministro de aceite mediante un tubo. Una válvula bloquea la entrada del tubo al cilindro. La válvula es como una puerta con goznes, que solo se abre hacia arriba, dejando subir, pero no bajar, el líquido. Dentro del pistón, hay una segunda válvula que funciona en la misma forma. Cuando se acciona la manivela, el pistón sube. Esto aumenta el volumen existente debajo del pistón, y, por lo tanto, la presión disminuye. Cuando el pistón baja, se cierra la primera válvula, y se abre la segunda, que permite que el fluido pase a la parte superior del pistón y ocupe el cilindro que está encima de éste. El golpe siguiente hacia arriba hace subir el fluido y, al mismo tiempo, logra que entre más fluido en el cilindro, por debajo del pistón. La acción continúa mientras el pistón sube y baja.

Una bomba aspirante es de acción limitada, en ciertos sentidos. No puede proporcionar un chorro continuo de líquido ni hacer subir el fluido a través de una distancia mayor a 10 m. entre la superficie del pozo y la válvula inferior, ya que la presión normal del aire sólo puede actuar con fuerza suficiente para mantener una columna de agua de esa altura. Una bomba impelente vence esos obstáculos.

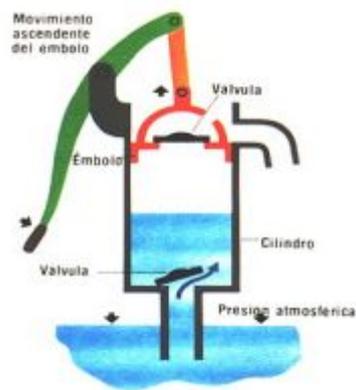


Figura. 29. Bomba aspirante de émbolo alternativo.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_hidr%C3%A1ulica

2.8.4 Bomba impelente.

La bomba impelente consiste en un cilindro, un pistón y un caño que baja hasta el depósito de fluido. Asimismo, tiene una válvula que deja entrar el fluido al cilindro, pero no regresar. No hay válvula en el pistón, que es completamente sólido. Desde el extremo inferior del cilindro sale un segundo tubo que llega hasta una cámara de aire. La entrada a esa cámara es bloqueada por una válvula que deja entrar el fluido, pero no salir. Desde el extremo inferior de la cámara de aire, otro caño lleva el agua a un tanque de la azotea o a una manguera.

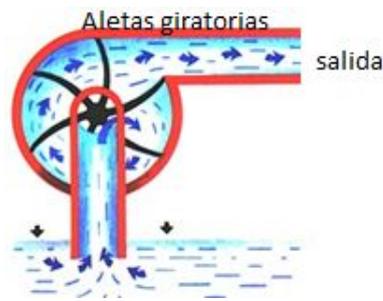


Figura 30. Bomba aspirante de émbolo alternativo.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_hidr%C3%A1ulica

2.9. Válvulas

Las válvulas en hidráulica tienen varios cometidos, según la funcionalidad que tengan se les denomina de una manera u otra, además de esto, se las puede sub clasificar. Por este motivo, se ha diseñado una sección exclusivamente para explicar todas las válvulas y sus diferentes categorías. Para empezar se va clasificarlas:

- **Válvulas distribuidoras.** Son las encargadas de dirigir el flujo según convenga. También pueden influir en el arranque de receptores, como pueden ser los cilindros; y gobernar a otras válvulas.

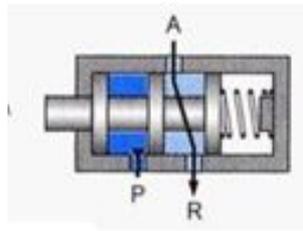


Figura 31. Válvulas distribuidoras.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/valvula_hidraulica.

- **Válvulas de presión.** También llamadas válvulas limitadoras de presión. Se les llama de esta forma porque limitan la presión de trabajo en el circuito, limitan la presión de la bomba y pueden funcionar como elemento de seguridad. Dependerá de la su clasificación.

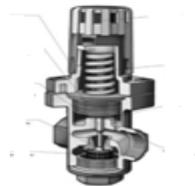


Figura 32. Válvulas de presión.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/valvula_hidraulica.

- **Válvulas de cierre.** Este tipo de válvula tiene como objetivo impedir el paso de fluido hacia un sentido, mientras permite la libre circulación de fluido en el sentido contrario al obstruido.

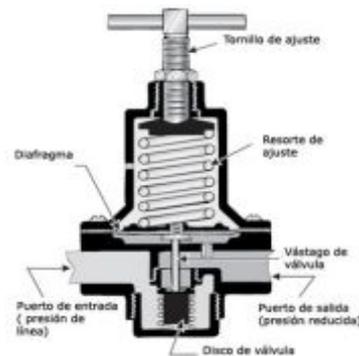


Figura 33. Válvulas de cierre.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/valvula_hidr%C3%A1ulica

- **Válvulas de flujo.** Cuando se desea variar la velocidad de un actuador, cilindro, etc., se recurrirá siempre a las válvulas de flujo.

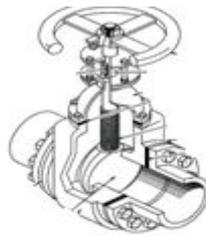


Figura 34. Válvulas de flujo.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/valvula_hidr%C3%A1ulica

Como ya se ha avanzado, cada categoría se puede su clasificar más todavía, algo que se hace desde esta sección.

- **Válvulas de alivio de presión,** también llamadas válvulas de seguridad o válvulas de alivio, están diseñadas para liberar un fluido cuando la presión interna de un sistema que lo contiene supere el límite establecido (presión de tarado). Su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Existen también las válvulas de alivio que liberan el fluido cuando la temperatura supera un límite establecido.

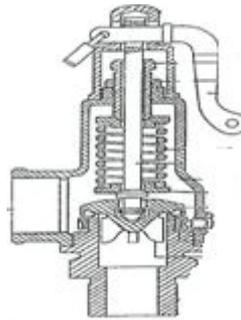


Figura 35. Válvula de alivio de presión.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/valvula_hidr%C3%A1ulica

2.10. CAÑERÍAS

Una tubería o cañería es un conducto que cumple la función de transportar fluidos. Dentro de un sistema hidráulico el componente que requiere de mayor cuidado, mantenimiento y que reviste un cierto grado de vulnerabilidad son las mangueras. Esto es lógico porque es un componente de alta presión flexible, mientras que las bombas y las herramientas son unos componentes de alta presión más rígidos.



Figura 36. Mangueras hidráulicas.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/cañerías_hidr%C3%A1ulica

En algunas industrias es importante el correcto uso de herramientas, aditamentos o equipos para poder cumplir con la entrega de productos con la mejor calidad. Con nuevas tecnologías aplicadas a los hules y plásticos hoy en día existe una gran variedad de mangueras para cubrir casi todas las aplicaciones industriales.

Una manguera es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro, éstas generalmente son cilíndricas y para poder unirlos se utilizan distintos tipos de racores o acoples. Existen diversos tipos de cañerías, las cuales se utilizan para diferentes usos, pero una de las más importantes son las mangueras hidráulicas. Las cañerías hidráulicas están diseñadas y construidas bajo normas de seguridad y cumpliendo ciertos requisitos como son:

- Seguridad
- Flexibilidad
- Desempeño
- Resistencia
- Durabilidad

2.10.1 Tipos de cañerías hidráulicas.

Existen tres generalidades para poder clasificar las mangueras hidráulicas, las cuales son:

- **Mangueras hidráulicas de mediana presión.**

Su construcción se basa en una trenza de acero con una cubierta delgada y flexible, para trabajar rangos de operación entre 300 y 3000 psi.

- **Mangueras hidráulicas de baja presión.**

Diseñadas para usarse en diferentes aplicaciones con presiones de operación por debajo de los 300 PSI.

- **Mangueras hidráulicas de alta presión.**

Son llamadas mangueras de dos alambres porque generalmente tienen un refuerzo de dos trenzas de alambre de acero de alta tensión. Operan desde 2000 a 6000 psi.

- **Mangueras hidráulicas de extrema presión.**

Las mangueras de extrema presión y muy alta presión se utilizan para equipos de construcción y maquinaria de servicio pesado para trabajar en el orden de 5000 ó 6000 psi.

2.10.2 Usos y aplicaciones de las mangueras hidráulicas.

Las mangueras hidráulicas son utilizadas en diversas industrias y para diferentes usos, por ejemplo:

- Industria automotriz
- Industria agrícola
- Industria marina
- Industria en general

2.11. Acoples hidráulicos

Son aquellos accesorios que permiten unir partes hidráulicas con mangueras o cañerías, para transportar el fluido hidráulico sin ningún tipo de fuga en su trayectoria



Figura 37. Acoples hidráulicos.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/acoples_hidr%C3%A1ulica

2.12 Reservorios o tanque hidráulico

Su objetivo principal es almacenar el fluido hidráulico suficiente, que el sistema requiera para su trabajo. Este puede ser de una sola pieza o integrales, su tamaño depende de la cantidad de caudal.



Figura 38. Acoples hidráulicos.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/valvula_hidr%C3%A1ulica

2.13 Actuador Hidráulico

Los cilindros hidráulicos (también llamados motores hidráulicos lineales) son actuadores mecánicos que son usados para dar una fuerza a través de un recorrido lineal. Los cilindros hidráulicos obtienen la energía de un fluido hidráulico presurizado, que es típicamente algún tipo de aceite. El cilindro hidráulico consiste básicamente en dos piezas: un cilindro barril y un pistón o émbolo móvil conectado a un vástago.

El cilindro barril está cerrado por los dos extremos, en uno está el fondo y en el otro, la cabeza por donde se introduce el pistón, que tiene una perforación por donde sale el vástago. El pistón divide el interior del cilindro en dos cámaras: la cámara inferior y la cámara del vástago. La presión hidráulica actúa en el pistón para producir el movimiento lineal.

La fuerza máxima es función de la superficie activa del émbolo y de la presión máxima admisible, donde:

$$F = P * A$$

Esta fuerza es constante desde el inicio hasta la finalización de la carrera. La velocidad depende del caudal de fluido y de la superficie del pistón. Según la versión, el cilindro puede realizar fuerzas de tracción y/o compresión.

De forma general los cilindros pueden ser clasificados en dos grupos:

- De simple efecto.
- De doble efecto.

2.13.1 Cilindros de efecto simple.

Es un tipo de cilindros que hidráulicamente solo se moverá en un sentido, y el movimiento opuesto lo realiza por un medio mecánico, como puede ser un muelle, o por la ley de la gravedad. A simple vista se pueden identificar al tener solo una conexión hidráulica.

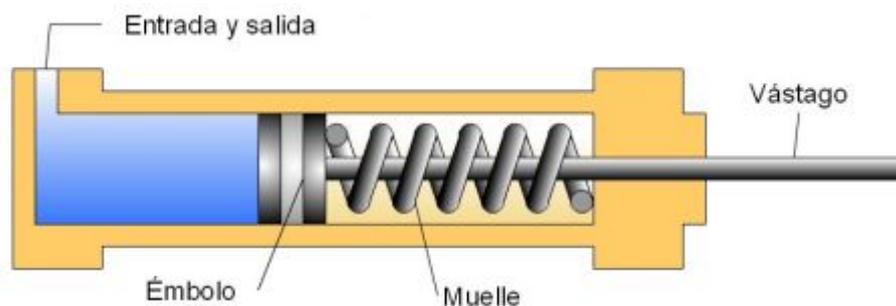


Figura 39. Cilindro efecto simple con muelle.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/cilindros_hidr%C3%A1ulica

2.13.2 Cilindro de efecto doble

Es un tipo de cilindros que genera movimiento en los dos sentidos por medio de la energía hidráulica. Tienen dos conexiones hidráulicas, una de ellas para extraer el pistón y la otra para contraer el pistón por medio de los componentes del circuito hidráulico.



Figura 40. Cilindro doble efecto.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/valvula_hidr%C3%A1ulica

2.14 Fluido Hidráulico

La misión de un fluido oleo hidráulico es la de transmitir la potencia hidráulica producida por la bomba a uno o varios órganos receptores, al mismo tiempo que debe lubricar las piezas móviles y proteger al sistema de la corrosión, limpiar y enfriar o disipar el calor. Además de estas funciones fundamentales, el fluido oleo hidráulico debe cumplir con otros requerimientos de calidad.

El aceite o fluido hidráulico es un líquido transmisor de potencia que se utiliza para transformar, controlar y transmitir los esfuerzos mecánicos a través de una variación de presión o de flujo.

Generalmente los fluidos hidráulicos son usados en transmisiones automáticas de automóviles, frenos; vehículos para levantar cargas;

tractores; niveladoras; maquinaria industrial; y aviones. Algunos fluidos hidráulicos son producidos de petróleo crudo y otros son manufacturados.

Un fluido hidráulico de base petróleo usado en un sistema hidráulico industrial cumple muchas funciones críticas. Debe servir no sólo como un medio para la transmisión de energía, sino como lubricante, sellador, y medio de transferencia térmica. Además debe de maximizar la potencia y eficiencia minimizando el desgaste del equipo.

Propiedades de los fluidos hidráulicos

- Viscosidad apropiada
- Variación mínima de viscosidad con la temperatura
- Estabilidad frente al cizallamiento
- Baja compresibilidad
- Buen poder lubricante
- Inerte frente a los materiales de juntas y tubos
- Buena resistencia a la oxidación
- Estabilidad térmica e hidrolítica
- Características anticorrosivas
- Propiedades antiespumante
- Buena des-emulsibilidad

2.14.1 Viscosidad

Es la característica más importante de un fluido, por medio de la cual se obtiene su capacidad física de lubricación. Se puede definir como la resistencia interna que ofrecen entre sí las moléculas al deslizarse unas sobre otras. Esta definición viene a ser la expresión de la Ley de Sir Isaac Newton, formulada en 1668, por la que se determina la necesidad de emplear una fuerza para vencer la resistencia de fluencia de un líquido, que es similar a la resistencia al deslizamiento de un sólido.. La viscosidad se manifiesta si se le provoca un movimiento interno mediante algún medio: escurrimiento, caída de un cuerpo pesado o ascensión de uno ligero en el

seno del líquido, etc., en donde el fluido opone una resistencia al deslizamiento interno de sus moléculas. La viscosidad depende fundamentalmente de la naturaleza o base del lubricante (nafténica, parafínica, mixta, etc.), como también de la temperatura y la presión, siendo estos dos últimos parámetros los que más afectan al aceite.



Figura 41. Viscosidad.

Fuente: [//www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=viscosidad](http://www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=viscosidad).

2.14.2 Viscosidad Dinámica

Representa la viscosidad real de un líquido y se obtiene mediante un sistema de depresión de precisión. Se mide el tiempo necesario para llenar de abajo hacia arriba una cavidad unida a un tubo capilar, pero situada por encima de él, de forma que el fluido analizado pasa primero por el tubo (por aspiración) para entrar a continuación en la cavidad.



Figura 42. Viscosidad Dinámica.

Fuente: [//www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=viscosidad dina](http://www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=viscosidad+dina).

2.14.3 Punto de Congelación

Esta característica es una de las más importantes cuando los sistemas hidráulicos se destinan a trabajar a temperaturas ambiente muy bajas. En efecto, desde que se pone en marcha el motor de la máquina, el fluido debe estar en condiciones de circular inmediatamente a través de las tuberías. El punto de congelación viene ligado al desparafinado de los aceites, es decir, los aceites de naturaleza nafténica tienen puntos de congelación inferiores a los aceites de naturaleza parafínica. A partir de este punto pueden existir dificultades con las válvulas y discontinuidad de película lubricante. Si se continúa bajando la temperatura, los cristales de parafina aumentarán de tamaño, hasta llegar a un punto de niebla en el que el fluido no presenta movilidad alguna: es el punto de congelación. En general un aceite mineral no debe utilizarse a una temperatura inferior a 10°C por encima de su punto de congelación. Es decir, si un aceite tiene de punto de congelación -30°C , no se utilizará a temperaturas inferiores a -20°C .

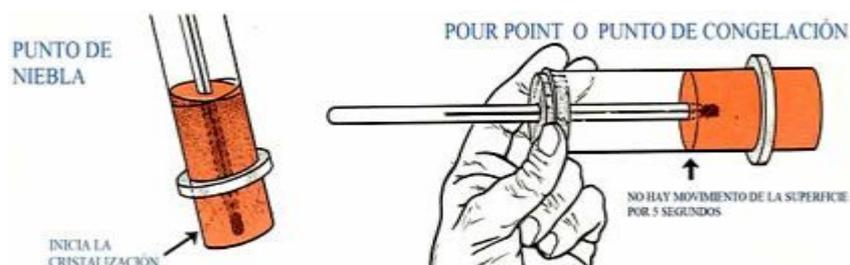


Figura 43. Punto de Congelación.

Fuente: [//www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=punto congelaci3n](http://www.google.com.ec/?gws_rd=ssl#q=punto+congelaci3n).

2.14.4 Poder Antiespumante

Se define como la facilidad con que el aire se separa del fluido para no formar burbujas, ya que el fluido no se comportaría como una barra de acero (el fluido sería compresible). Sin embargo, todo aceite contiene aire. Las

espumas se forman en los circuitos por un batido del fluido: consisten en unas esferas o glóbulos de aire, de muy diversos tamaños, que pueden provocar una discontinuidad de película lubricante, un incremento de la oxidación del aceite, una corrosión de las superficies metálicas y unas considerables diferencias de compresibilidad en el fluido hidráulico, además de formar una capa superficial que impide el normal enfriamiento del lubricante. Por estos motivos se aditiva los fluidos con agentes antiespumantes.

2.14.5 Filtrabilidad

Existen diversas pruebas sobre las características que debe presentar un fluido frente a un filtro. La filtrabilidad es la capacidad o facilidad que presenta un fluido a ser filtrado. Según el tipo de medio filtrante y la temperatura de trabajo, la presencia de agua u otros aditivos puede reducir notablemente la filtrabilidad del aceite.

2.15 Normas de seguridad⁴

La norma de seguridad puede definirse como: la regla que resulta necesaria promulgar y difundir con la anticipación adecuada y que debe seguirse para evitar los daños que puedan derivarse de la ejecución de un trabajo.

Las normas de seguridad van a ser la fuente de información que permite lograr una uniformidad en el modo de actuar de los trabajadores ante determinadas circunstancias o condiciones, para tener un comportamiento determinado y adecuado.

Para una “seguridad integrada” es preciso normalizar los procedimientos de trabajo (“instrucciones de trabajo”), integrando los aspectos de seguridad a todas aquellas situaciones en las que las desviaciones de lo previsto pueden generar errores, averías o accidentes, que potencialmente pudieran

causar daños. Con la normalización de los procedimientos de trabajo se trata de regular y estandarizar todas sus fases operativas en las que determinadas alteraciones pudieran ocasionar pérdidas o daños.

Mientras que los procedimientos determinan un comportamiento pautado de la acción que se va a llevar a efecto, las normas establecen criterios para que sea el propio trabajador el que actúe de forma predefinida en situaciones que se presentan generalmente ante determinadas circunstancias o condiciones. Así, en espacios confinados, la norma pedirá que para realizar trabajos en estos espacios se debe tener permiso de trabajo y proceso de actuación, la necesidad de que haya uno o varios trabajadores y la comunicación con el exterior, etc.; y el procedimiento establecerá cómo obtener el permiso de trabajo y las actuaciones a seguir para acceder al interior del recinto, las que hay que desarrollar en el interior y la forma de desarrollarlas. Las normas contemplan aspectos generales, los procedimientos aspectos específicos.

CAPÍTULO III

4. <http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad>

3.1. Preliminares

Para la rehabilitación de la prensa utilizada en el reempaqueamiento de paracaídas de freno del avión Cheetah mediante un sistema hidráulico para el uso del personal Técnico de la sección Equipos de Vuelo en la Base Aérea de Taura se realizó un análisis situacional, con el fin de contribuir al mejoramiento de dicha sección rehabilitando este equipo que es de gran necesidad.

De esta investigación tomando en consideración varios factores, se determinó que la mejor forma para salvar las necesidades de la Sección en el reempaquetamiento de paracaídas de freno, es la rehabilitación de una prensa mediante un sistema hidráulico de accionamiento manual. Para lo cual se recopiló la información de los manuales existentes sobre el tema, así como páginas web, los mismos que fueron usados en su rehabilitación, además la adaptación de partes y accesorios necesarios para el correcto funcionamiento, los cuales son los procedimientos indispensables antes de la rehabilitación, la cual se realizó tomando en consideración todas las normas de seguridad y técnicas requeridas.

La rehabilitación de la prensa mediante un sistema hidráulico permitirá el re empaquetamiento sin ninguna interrupción de los paracaídas de freno, pues es de accionamiento manual y no necesita de electricidad (existe problemas de energía eléctrica en la sección) u otro tipo de dispositivo (como la prensa neumática que funciona mediante un compresor que deja de funcionar con frecuencia, además la línea de aire es compartida con otras secciones), de una manera segura, ergonómica y siguiendo los procedimientos adecuados para este tipo de trabajo. Si se le da un contexto global la rehabilitación de la prensa es fundamental para la operación del Escuadrón.

Esta prensa fue rehabilitada con el propósito de reempaquetar los paracaídas de freno del avión Cheetah. Dicho artefacto anteriormente funcionaba mediante un compresor de aire, es decir era neumática además que todos sus componentes estaban inoperativos. Se desmontaron todos los componentes de la estructura de la prensa y se dio a la misma un tratamiento anticorrosivo que es el pintado de la estructura. Luego se monto un sistema hidráulico que está compuesto por el cilindro actuador de doble efecto, manómetro, válvula de alivio de presión, cañerías flexibles, y por ultimo una bomba reservorio con dos mandos de extensión y retracción del

vástago empaquetador, además se adaptó una caja en la misma estructura para diferentes usos que se requiere al momento de re empaquetar.

Es de gran relevancia hacer énfasis que esta bomba tiene una particularidad especial, puesto que no comparte característica con otras de ningún tipo, esto es porque en la misma bomba posee dos actuadores, estos son independientes uno del otro, pero comparten reservorio y cilindro, se optó por esta solución porque se necesitaba tener la posibilidad de levantar el embolo de teflón lo más alto posible sin necesidad de utilizar herramientas especiales como barretas u otras, así pues lo haría de forma hidráulica a través de la otra línea de bombeo.

3.2. Situación de la Prensa

La prensa a rehabilitar se encontraba ubicada en la sección Equipos de vuelo del avión K-fir en la Base Aérea de Taura. La misma fue reportada y hasta la fecha permaneció inoperativa. Cabe recalcar que su funcionamiento era neumático y todas sus partes como cilindro, válvulas, mangueras, filtro, se encontraban totalmente inoperativas, además por las condiciones climáticas y su anterior uso la pintura se encontraba en muy mal estado, pero su estructura permanece en buenas condiciones lo que le da a la prensa una condición reparable.



Figura 44. Condiciones de la Prensa.

Fuente: IAI Drag Chute Press.

3.3. Planeamiento y estudio de alternativas

Para poder continuar con la rehabilitación de la prensa utilizada en el re empaquetamiento de paracaídas de freno del avión Cheetah mediante un sistema hidráulico, se tuvo dos alternativas principales:

- Prensa hidráulica con bomba eléctrica.
- Prensa hidráulica accionamiento manual.

3.3.1. Prensa hidráulica eléctrica

TABLA 5

Ventajas y desventajas Prensa eléctrica

PRENSA ELÉCTRICA	
VENTAJAS	PUNTAJE
Presión controlable	1
Fácil instalación de partes	1
Fácil mantenimiento.	1
DESVENTAJAS	
Altos costo de partes	0
Ruido al trabar	0
Funciona solo con energía eléctrica	0

TOTAL VENTAJAS	3
----------------	---

3.3.2. Prensa hidráulica de accionamiento manual

TABLA 6

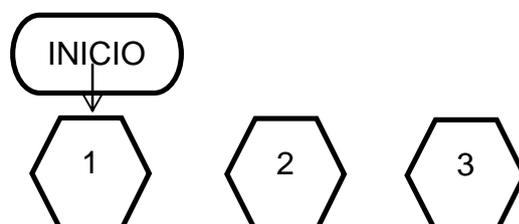
Ventajas y desventajas Prensa accionamiento manual

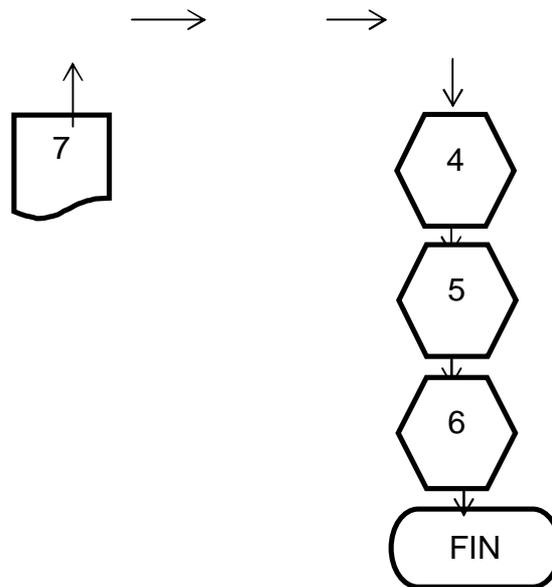
PRENSA ACCIONAMIENTO MANUAL	
VENTAJAS	PUNTAJE
Fácil adquisición de partes	1
No necesita energía eléctrica	1
No produce ruido	1
Mejor control de presión	1
Velocidad controlable	1
Ergonómica	1
DESVENTAJAS	
Velocidad poco considerable	0
Utiliza liquido hidráulico considerable	0
TOTAL VENTAJAS	6

Mediante los resultados obtenidos de las ventajas y desventajas de las tablas, se ha llegado a la conclusión que es factible la rehabilitación de la prensa mediante un accionamiento manual. Para ello se describe a continuación los flujogramas que permitan dilucidar la forma efectiva para el trabajo de rehabilitación.

3.4. Rehabilitación

En esta sección se resume todos los procesos de rehabilitación y adaptación de nuevas partes y componentes de la prensa hidráulica, explicando cada fase de la rehabilitación de manera secuencial y lógica.





- 1.-Planeamiento del método de rehabilitación.
- 2.- Selección de materiales.
- 3.- Desensamble de los materiales.
- 4.- Limpieza de la prensa re empaquetadora.
- 5.- Ensamble del sistema manual hidráulico.
- 6.- Pruebas operativas y funcionales.
- 7.- Tomar en cuenta los datos de la investigación de estado y materiales.

3.4.1. Descripción de prensa hidráulica

La prensa se rehabilitó mediante un sistema hidráulico gracias a la aprobación de la sección abastecimientos en la Base Aérea de Taura, que facilitó en calidad de préstamo para su rehabilitación, además de información de manuales del avión Cheetah, y la posterior aprobación por parte de la Unidad en Gestión de Tecnologías ESPE.

La prensa fue rehabilitada teniendo en cuenta que el estado de su estructura original estuvo en buenas condiciones, además que su forma es ergonómica para realizar el reempaquetamiento de paracaídas de freno. Sobre el cuerpo de la prensa se encuentra adherido un sistema hidráulico, el

cual da el funcionamiento mediante el accionamiento manual de quien opera la prensa.

Además contiene un manómetro que me indica la presión ejercida al momento de re empaquetar paracaídas de freno. Por último se utilizó todo el espacio posible y se adaptó un compartimento donde se guarda herramientas que se utilizan en el re empaquetado y manuales técnicos.

3.4.2. Fases de la Rehabilitación

La rehabilitación de la prensa mediante un sistema hidráulico se la realizó dividiendo el trabajo en dos fases que son adquisición y adaptación de partes hidráulicas al cuerpo de la prensa. Todas las herramientas utilizadas se especifican en el anexo D.

3.5. Desmontaje de Prensa

El desarmado de la prensa se realizó utilizando herramientas necesarias, para sacar del cuerpo el pistón neumático, válvulas, filtros y mangueras puesto que la prensa era neumática y sus componentes estaban inoperativos.



Figura 45. Desarmado de prensa.

Fuente: IAI Drag chute press.

La prensa fue trasladada a un taller de mecánica general en Latacunga desde la base aérea de Taura, puesto que dicho lugar tenía todo lo necesario como herramientas, equipos industriales, que facilitaban la rehabilitación de la prensa de forma segura y técnica. Una vez trasladada la prensa al taller se procedió a desmontar lo más complicado de la misma que es el cilindro neumático, el cual estaba montado en el brazo móvil de la prensa. Cabe mencionar que lo único que se utilizó del cilindro desmontado es la bola plástica la cual se encontraba en perfectas condiciones para su utilización.



Figura 46. Cilindro Neumático desmontado.

Fuente: IAI Cilindro neumático.



Figura 47. Bola plástica.

Fuente: IAI bola plástica.

La bola plástica se desmontó manualmente ya que el desprendimiento del cilindro no requiere la utilización de ninguna herramienta especial por su adaptación de enroscado. Los demás componentes de la prensa como válvula de pedal, el filtro y manómetro se desmontaron mediante el uso de una llave Nº 13 mm.



Figura 48. Válvula de pedal desmontada.

Fuente: IAI válvula de pedal.



Figura 49. Filtro y manómetro desmontado.

Fuente: IAI filtro y manómetro.

Para finalizar con el desarmado de la prensa se retiró las mangueras neumáticas las cuales se desprendieron al momento en que se realizó el desmontado de todas las partes. Todo el desarmado se hizo con las normas y equipo de seguridad necesario, y el asesoramiento de personal técnico el cual fue de gran ayuda en todo el proceso. Las herramientas y equipo de

seguridad fueron utilizados según la necesidad requerida para realizar el proceso de re habilitación.

3.6. Armado del sistema hidráulico

Se realizó un estudio de las partes y componentes necesarios para que el sistema hidráulico funcione a la perfección:

3.6.1 Actuador hidráulico

El actuador hidráulico que se utilizó es de doble efecto y de velocidad variable, este pistón fue armado y acoplado de tal manera que retorne por medio del sistema doble efecto.

A continuación se detalla de manera secuencial el armado del mismo.

El cilindro hidráulico se preparó según las especificaciones del anterior con la única diferencia que este es de doble efecto con doble accionador para que su retorno se automático, esto con el fin de que la extracción del cono extremo del empaquetador que es de teflón salga de forma completa del cilindro, y con esto se amenore el tiempo de operación y maximice la facilidad de uso.



Figura 50. Cilindro de doble efecto.

Se realizó la adaptación de una bola de plástico en la cabeza del pistón utilizando la misma bola que tenía originalmente del pistón antiguo. Esta adaptación se la hizo con la ayuda de un torno para un desarmado fácil de la bola de teflón, es decir se realizó un calado para generar la rosca.

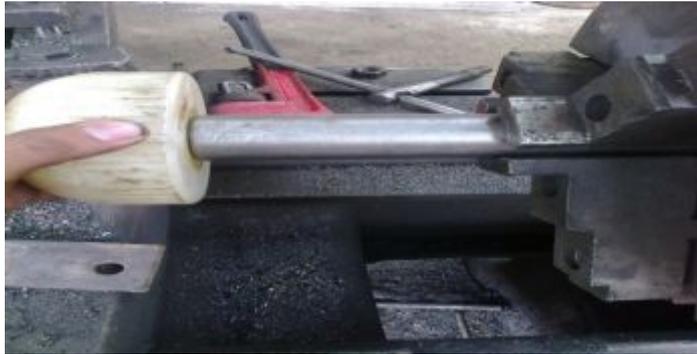


Figura 51. Adaptación de la bola de plástico.

Luego se instaló un sistema de doble efecto para el retorno del pistón, ya que el sistema de actuación es de doble efecto. Dicho sistema se fabricó para que cumpla con las necesidades para su funcionamiento dentro de la prensa. Se procedió al armado de todo el conjunto actuador con la ayuda de una prensa hidráulica, y al aseguramiento completo del mismo para su normal funcionamiento.



Figura 52. Barra del Pistón.



Figura 53. Empaques para retención de fluidos en cilindros.

Es necesario puntualizar que la realización del cilindro implicaba el diseño y rectificación del pistón que embonaría en la camisa y que este no debía tener fugas de fluido hidráulico porque mellaría la eficacia del proceso de empaquetado por pérdida de presión. Para ello se hizo uso de empaques de alta resistencia y además del proceso de ensayo y error de torneado del cilindro para que embone el mencionado empaque y para que al mismo tiempo sea correlacional en dimensiones a la camisa del cilindro. El lector debe entender que no se adquirió esta parte, sino más bien fue ensamblada para cubrir las necesidades para la que está siendo construida, es por eso que existen procesos complejos en los que se tomó un amplio rango de tiempo para realizarlos, como es el torneado del pistón.



Figura 54. Partes del cilindro actuador



Figura 55. Torneado del pistón y toma de dimensiones.

El cilindro hidráulico de doble efecto se armó con la ayuda de una prensa hidráulica la misma que fue de gran ayuda para colocar un empaque y

seguro de acero para que no exista un desarmado involuntario al momento de aplicar presión en el cilindro. Finalmente se armó todo el cilindro hidráulico teniendo un resultado satisfactorio listo para continuar con todo el proceso de rehabilitación.



Figura 56. Pistón previo a la modificación, y pistón con empaque.



Figura 57. Actuador Hidráulico de doble efecto.

3.6.2 Ensamble de la bomba-reservorio

Esta bomba fue adquirida y acondicionada con el doble propósito de generar un doble efecto en el cilindro actuador al realizar el reempaquetamiento del paracaídas de freno, es decir si se acciona la palanca de extensión, el pistón saldrá para realizar el reempaquetado de dicho paracaídas dentro del contenedor y si acciono la palanca de retracción el pistón retornará y saldrá del contenedor. La bomba reservorio en su interior contiene un galón de líquido hidráulico el cual es aspirado y

bombeado de manera manual por medio de dos mangueras hidráulicas hacia el actuador.



Figura 58. Bomba reservorio con doble actuador bidireccional.

Además contiene dos válvulas de anti retorno las cuales deben estar la una ajustada y la otra libre poder realizar el bombeo del líquido hidráulico.



Figura 59. Válvula de anti retorno

El desarmado de la bomba se la puede realizar manualmente pues su construcción la hace fácil de montar y desmontar todas sus partes. Además contiene dos pistones los cuales van montados en dos orificios que con el

accionamiento de la bomba aspiran el líquido hidráulico, con la única diferencia de que el que tiene más diámetro envía más caudal.



Figura 60. Orificios aspirantes de líquido hidráulico.

En su interior tiene una cañería de cobre que sale a un costado de la misma por la cual recorre el fluido a presión hacia los demás componentes. Se debe tener en cuenta que la bomba utilizada no comparte característica con otras de ningún tipo, esto es porque en la misma bomba posee dos actuadores, que son independientes uno del otro, pero al mismo tiempo comparten reservorio y cilindro, se optó por esta solución porque se requería trabajar el pistón levantando el embolo de teflón o bola plástica hasta que salga del container sin necesidad de utilizar herramientas especiales como barretas u otras, así pues lo haría de forma hidráulica a través de la otra línea de bombeo.



Figura 61. Instalación de partes de la bomba.

Por último se obtendrá una bomba dotada con reservorio lista para ser montada en la prensa y unida a los demás componentes, cabe recalcar que es importante que el montado y desmontado de la bomba se la realice con la mayor precaución para que no exista pérdida en sus componentes.

Para poder montar las demás partes se instaló una manguera hidráulica con la ayuda de acoples y utilizando llaves de 20 y 22 mm. Dicha manguera va desde la salida en el costado desde donde se bombea el fluido hacia el otro costado, donde se instalaron los demás componentes, es importante recalcar que se instalaron otros complementos a la bomba con reservorio interno, como, el manómetro y la válvula de alivio, mismos que fueron ensamblados aprovechando la misma estructura metálica del reservorio, adaptando una cañería en la que se alojarían los elementos antes mencionados.



Figura 62. Bomba Reservorio armada



Figura 63. Instalación de manguera hidráulica

3.6.3 Adaptación del manómetro

Este dispositivo de medida de presión fue adaptado en el sistema hidráulico de la prensa siendo de mucha importancia, puesto que se necesita revisar la presión al momento de trabajar en el reempaquetamiento de paracaídas de freno. El manómetro proporciona dos unidades lectura de presión que va desde 0 hasta los 600 psi y de 0 a 40 bares respectivamente. El manómetro se instaló a un costado de la bomba reservorio unido con una manguera que va a una T donde se monta el manómetro, es importante entender que este tipo de equipos requiere de cierta vigilancia para optimizar el uso de la bomba y de la misma manera preservar el equipo de apoyo al vuelo que es de gran importancia y de un costo elevado.



Figura 64. Instalación del manómetro

Para mayor seguridad se utilizó cinta tipo teflón para un ajuste más seguro y evitar posibles fugas de fluido. Por último el manómetro fue ajustado montado en la T y la misma fue unida a la manguera hidráulica que sale del otro costado la cual es la que abastece el fluido hidráulico a presión directamente desde la bomba. El equipo de medición es un manómetro de medición con glicerina.



Figura 65. Manómetro de medición



Figura 66. Instalación de partes

Es importante que el manómetro esté correctamente instalado para que permita tener una buena lectura de la presión en el sistema. Conjuntamente con la manguera flexible que sale desde el reservorio y une al manómetro.



Figura 67. Bomba Reservorio.

3.6.4 Válvula de alivio de presión

La válvula de alivio de presión es de fabricación Estado Unidense, trabaja con una presión máxima de 10, 000 psi de fácil adaptación al

sistema. Esta válvula cumple una función importante ya que trabaja con todo el sistema hidráulico de la prensa, además puede ser calibrada a la presión que se desee, en este caso fue calibrada para trabajar con una presión de 200 psi máximos, al momento que el manómetro indique una sobrepresión de 200 psi la válvula de alivio automáticamente retorna el líquido hidráulico del sistema hacia el reservorio teniendo así un sistema seguro para realizar el re empaquetado con mayor confianza.



Figura 68. Válvula de alivio.

La válvula de alivio se instaló a continuación del manómetro y va unida a la misma T en un costado de la bomba reservorio para que la descarga de líquido hidráulico por sobrepresión a los 200 psi a la cual fue calibrada se deposite directamente en la misma.



Figura 69. Instalación de la válvula.

Se tuvo muy en cuenta que la válvula de alivio tiene tres entradas las cuales una de ellas es la que descarga el fluido hidráulico por sobrepresión del sistema.



Figura 70. Línea de descarga de presión válvula de alivio.

La válvula de alivio y manómetro se encuentran en la misma línea puesto que solo se necesita revisar la presión al momento de bajar el pistón. De la otra línea sale la manguera flexible hidráulica de mediana presión hacia el actuador hidráulico, teniendo así el doble efecto deseado.



Figura 71. Válvula de alivio ajustada y asegurada.

Todo este proceso se lo realizó con la supervisión de un Técnico, para que exista ningún tipo de error al momento de la instalación.

3.6.5 Mangueras hidráulicas y acoples

Se utilizó mangueras hidráulicas flexibles de media presión para unir cada uno de los componentes hidráulicos mediante acoples con finalidad que no exista ningún tipo de fuga hidráulica en todo el sistema.



Figura 72. Bomba y cilindro unido mediante acoples y manguera flexible.

3.7. Adaptación del sistema hidráulico a la estructura de la prensa.

Posterior al armado del sistema hidráulico se continuó con la adaptación del mismo a la estructura de la prensa, teniendo como objetivo principal la mejor manera donde se pueda trabajar ergonómicamente sin ocasionar ningún tipo de accidentes laborales y lesiones. De la misma forma se buscaba que esta adaptación sea de fácil fabricación.

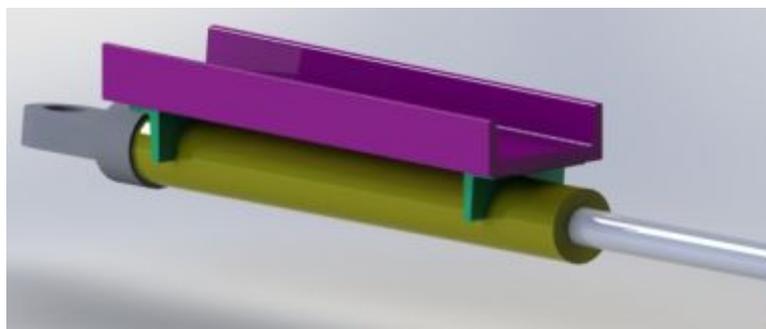


Figura 73. Diseño del tipo de adaptación al cilindro actuador.

Lo anterior se logró por medio de un diseño realizado en la plataforma digital Solid Works, ella permitió un diseño efectivo y sin necesidad de adquirir el material, además se pudo realizar ensayos no destructivos asistidos por ordenador para determinar si las juntas diseñadas serían eficientes. Todos los análisis de la prensa se encuentran en el anexo E.



Figura 74. Comparación entre el diseño y el ensamble real.

En la gráfica superior se puede observar cómo se desarrolló el diseño y posterior se aplicó para el proceso de rehabilitación, esto por que como se explica a continuación cumplió con las pruebas básicas de resistencia, primero es fundamental indicar que las pruebas se realizaron con una presión de 300 psi que son generadas por la bomba.

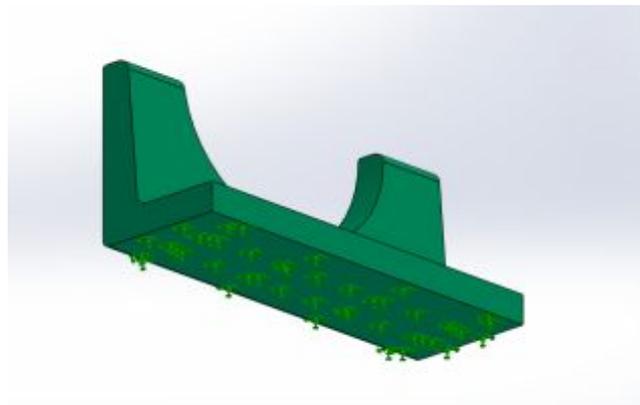


Figura 75. Acople previo a ser estresado virtualmente.

Como se observa en las imágenes tomadas de los ensayos asistidos por computadora, las restricciones se colocaron donde se realizó la suelda a la biga principal. Por el contrario la presión fue aplicada en la caladura destructiva que secciona la biga, y se suelda el actuador.

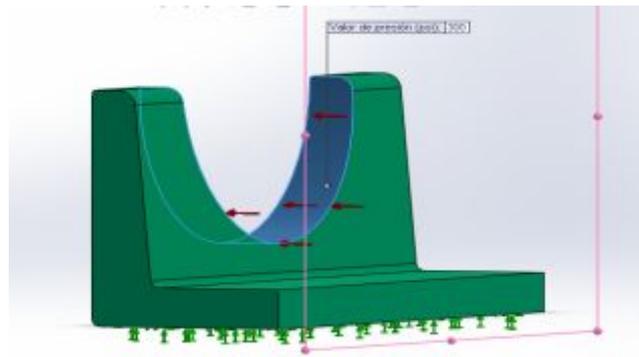


Figura 76. Acople con la gráfica de las restricciones y cargas.

Como se observa en la imagen inferior la parte se encuentra dentro de los parámetros de funcionamiento, e incluso con los 600 PSI, no presenta deformación, esto permitió dar paso a la fase de manufactura del acople.

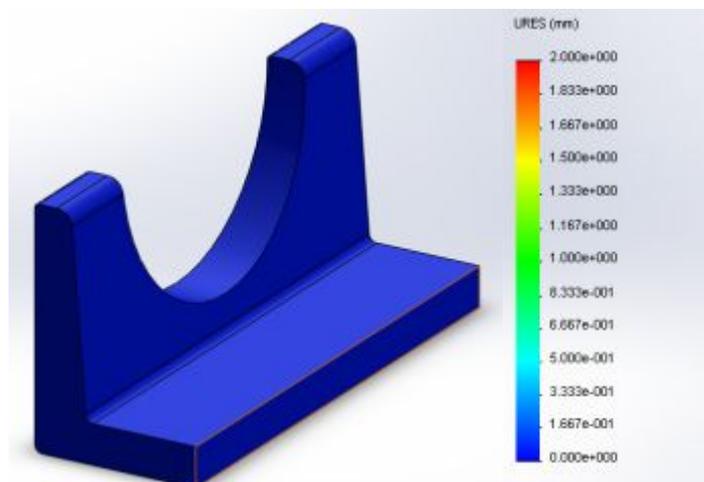


Figura 77. Acople con resultado de deformación en mm.

3.7.1 Adaptación del cilindro hidráulico

Se la realizó con las mismas especificaciones del cilindro anterior, es decir con la facilidad de instalar y remover el cilindro para dar mantenimiento si fuera necesario. Antes de realizar la adaptación del cilindro

al brazo de la estructura se lo colocó el cilindro en una posición centrada al hueco de la prensa. Una vez que se centró el cilindro a la prensa se continuó soldando el cilindro al brazo móvil mediante la utilización de suelda eléctrica.



Figura 78. Centrado del pistón a la prensa.



Figura 79. Proceso de soldado del cilindro.

El cilindro se adaptó a un brazo móvil mediante el uso de una suelda eléctrica y el complemento con electrodos AWS 6030, el mismo es el más común para trabajos en acero, además de hizo uso de acoples de hierro basados en una barra de tipo L.

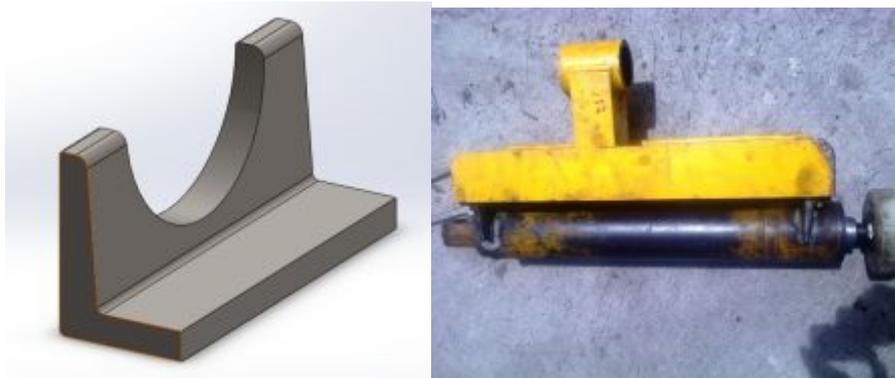


Figura 80. Cilindro actuador adaptado con acople tipo L.

La unión del cilindro se la realizó como se mencionó antes mediante suelda, a los acoples de hierro que se unieron con los mismos pernos originales al brazo de la prensa, con el objetivo de conseguir un desmontado fácil.



Figura 81. Cilindro Adaptado.

3.7.2 Adaptación de la bomba

Esta adaptación se realizó según la comodidad de quienes van a operar la prensa, es decir que sea ergonómica, además que las partes del sistema hidráulico estén alcanzables para una regulación si fuera necesario, así como la constante revisión de la presión del sistema mediante el manómetro y que sea fácil montaje y desmontaje para su mantenimiento.



Figura 82. Adaptación de la bomba

Se adaptó dos ángulos de acero mediante suelda eléctrica a los extremos inferiores de la bomba reservorio los mismos que ayudaron a la sujeción de la bomba a la estructura de la prensa mediante pernos. El objetivo principal de esta adaptación fue que la bomba reservorio se la pueda desmontar de la estructura de la prensa de manera fácil, para dar mantenimiento si fuere necesario.



Figura 83. Bomba adaptada a la prensa.

Al final se obtuvo un resultado satisfactorio puesto que la bomba se la adaptó fácilmente a la estructura. Es decir se realizó cuatro orificios con la ayuda de un taladro eléctrico para su adaptación.

3.8. Mejoramiento de la estética de la prensa

Se tuvo la necesidad de adaptar un compartimento aprovechando el espacio que no se utiliza de la estructura de prensa, donde se guarda herramientas básicas para el desarmado de prensa, además del manual de re empaquetamiento de paracaídas de freno.

Los procesos que se describen a continuación son los que se realizaron para dejar el equipo de forma presentable para el trabajo que va a desempeñar en la base aérea.



Figura 84. Acabados de la prensa.

Se utilizó láminas de aluminio las mismas que fueron soldadas formando una caja en el espacio libre que quedó de la prensa.



Figura 85. Adaptación de la caja de herramientas.

La adaptación de esta caja se la realizó con la ayuda de personal Técnico según las necesidades requeridas por parte de quienes van a operar la prensa.

3.8.1 Proceso de lijado y pintado de la prensa

Este proceso es muy importante puesto que alarga la vida útil del material y protege del ambiente externo. La prensa se pintó de color amarillo caterpillar, con la respectiva señalización para facilitar la utilización por parte de quien lo opera.

3.8.2 Lijado de la estructura y partes

Este proceso de lijado es muy importante ya que ayuda a que la pintura se adhiera mejor al material.



Figura 86. Proceso de lijado.

Para poder continuar de manera eficiente con el proceso de lijado, se desmontaron la bomba y el actuador hidráulico para que no exista ningún tipo de falla. Continuando con el proceso y luego de lijar toda la prensa incluida partes y accesorios de la misma, se procedió a proteger con la ayuda de cinta las partes críticas donde no debe llegar la pintura.



Figura 87. Proceso de lijado de partes.



Figura 88. Proceso de lijado de partes.

Antes de comenzar con el proceso de pintado se realizó el masillado de la misma, con la finalidad de coger fallas en la estructura, además de un tratamiento anticorrosivo para alargar la vida útil de la estructura con el medio ambiente.



Figura 89. Proceso de protección de partes críticas.



Figura 90. Proceso de masillado de la estructura.

Se realizó el mismo proceso con partes y accesorios hidráulicos de la prensa. Terminado el proceso de masillado se continuó con el pintado de la estructura de color amarillo caterpillar, para lo cual se utilizó pintura esmalte, además el poste fijo donde se monta el brazo móvil de la prensa se pintó con líneas negras como medida de seguridad.



Figura 91. Proceso de masillado de partes hidráulicas.



Figura 92. Proceso de pintado.

Para este proceso de pintado se utilizó una pistola de pintura neumática para obtener mejores resultados en los acabados de la estructura. Se procedió a pintar el brazo y cilindro hidráulico del mismo color de la estructura, además en el cilindro se pintaron franjas de color negro como medida de seguridad.



Figura 93. Proceso de pintado.

Se finalizó pintando la bomba reservorio de color negro según las especificaciones técnicas. Cabe mencionar que todo el proceso de pintado se lo realizó con la ayuda y supervisión de un técnico en pintura para no tener ningún tipo de contratiempos al momento de dicho proceso.



Figura 94. Proceso de pintado bomba.

3.9. Realización de pruebas

Luego de haber terminado con la rehabilitación de la prensa se procede a realizar las pruebas correspondientes, es decir el reempaqueado de paracaídas de freno. Este proceso se realizó con las normas de seguridad y siguiendo la lista de procedimientos que dicta el manual de reempaqueamiento de paracaídas de freno, donde la prueba de funcionamiento tuvo éxito ya que no hubo ningún contratiempo y ningún tipo de molestias al utilizar la prensa para el re empaquetado.

Tabla 7

Tabla de pruebas operacionales

PRUEBA DE ESTABILIDAD EN TIERRA	Busca determinar la estabilidad estructural del equipo.	ESTABILIDAD ACEPTABLE
PRUEBA DE OPERACIÓN DE LA BOMBA	Busca determinar el estado de la bomba.	ESTADO ACEPTABLE
PRUEBA DE OPERACIÓN DEL ACTUADOR	Busca determinar el estado del actuador.	ESTADO ACEPTABLE
PRUEBA DE OPERACIÓN DEL MANÓMETRO	Busca determinar el estado del manómetro.	ESTADO ACEPTABLE
PRUEBA DE OPERACIÓN DE LA VALVULAR DE ALIVIO	Busca determinar el estado de la valvular de alivio.	ESTADO ACEPTABLE

Tabla 8

Tabla de pruebas funcionales

PRUEBA DE PREPARACIÓN PARA EL EMPAQUETADO	Busca determinar si es fácil preparar el equipo previo a su uso.	PRUEBA EXITOSA
PRUEBA DE MOVILIDAD DEL VÁSTAGO ADOSADO DEL ACTUADOR.	Busca determinar si el vástago se mueve de un espacio de empaquetado hacia el otro	PRUEBA EXITOSA
PRUEBA DE RE EMPAQUETADO	Busca determinar si es posible re empaquetar el paracaídas de frenado del avión	PRUEBA EXITOSA
PRUEBA DE COLISIÓN ENTRE EQUIPOS	Busca determinar si después del re empaquetado los equipos causan interferencias con el equipo embalado	NO CAUSA INTERFERENCIAS

3.10. Procedimientos de operación y mantenimiento

La prensa rehabilitada es de fácil utilización mediante el accionamiento manual por palanca, de fácil montaje y desmontaje de sus partes hidráulicas. No necesita de energía eléctrica, es decir que siempre se podrá utilizar en cualquier circunstancia o contratiempos que en la Base Aérea de Taura se prestan constantemente. Para poder operar la prensa es necesario revisar el líquido hidráulico que se encuentre en los niveles entre mínimo y máximo, señalado en la varilla de revisión de nivel de líquido de hidráulico, además de hacer una inspección visual de que no exista líquido hidráulico goteando en cualquier parte del sistema y por último revisar al momento de re empaquetar que la presión no exceda los 200 psi y si así fuere calibre la válvula de alivio a la presión indicada. Los procedimientos de operación se especifican en el anexo B.

Su mantenimiento se lo realizará según lo especifica en el anexo A, desmontando las partes hidráulicas para dar una limpieza de las mismas y el cambio de líquido hidráulico.

Es recomendable desechar el líquido hidráulico en las partes de desecho de combustibles del hangar como un sistema de gestión ambiental.

3.11. Estudio económico

En la siguiente tabla se detalla los costos operativos de llevar a cabo la investigación que se describe en este documento.

Tabla 9

Estudio Económico.

ESTUDIO ECONÓMICO	
PARTES Y ACCESORIOS	
DESTALLE	COSTO EN DÓLARES \$
CILINDRO HIDRÁULICO	150
BOMBA RESERVORIO	200

CONTINUA 

CAÑERÍAS Y ACOPLES	40
VÁLVULA DE ALIVIO	85
MANÓMETRO	20
OTROS	
LÍQUIDO HIDRÁULICO	10
SUELDA	10
MANO DE OBRA	100
PINTURA	80
MATERIAL DE OFICINA	
COPIAS E IMPRESIONES	50
EMPASTADO	30
INTERNET	10
GASTOS PERSONALES	
ESTADÍA	50
PASAJES	50
ALIMENTACIÓN	200
TOTAL	1085

Tabla 10

Costo total

Detalle	Costo en dólares
	\$
Partes y accesorios	495
otros	200
Material de oficina	90
Gastos personales	300
total	1085

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- A partir de las visitas que se realizó a la máquina en sí reveló que el equipo se encontraba en un estado derruido pero operable, la falta de partes de la reempaquetadora hacía difícil su operación, además que la información que se requería de la misma se obtuvo del Escuadrón Abastecimientos de la Base Aérea de Taura.
- La información se clasificó de forma ordenada obtenía de los manuales de mantenimiento del avión Cheetah, así como también información de la web.
- Para realizar la esquematización de la perspectiva de lo que se deseaba soldar, cortar o manufacturar, se utilizó el programa Solid Word, mismo que también permitió realizar el diseño de la prensa.
- El planeamiento y la idea globalizada del estado del equipo, permitió discernir la forma que tendría la rehabilitación, para ello se adquirió todos los materiales y equipos necesarios utilizados en esta rehabilitación.
- La adaptación de nuevas partes y accesorios hidráulicas que se necesitaba se la realizó teniendo muy en cuenta el tipo de trabajo para la cual estaba destinado la rehabilitación del equipo.
- El equipo rehabilitado fue expuesto a pruebas las mismas que arrojaron resultados positivos, con lo consecuente se concluyó que el equipo de reempaquetamiento de paracaídas fue rehabilitado de forma positiva.

Recomendaciones.

- Se recomienda leer este documento como forma informativa de cómo se realizó el trabajo de rehabilitación del equipo de reempaquetado.
- Es de vital importancia que el operador de este equipo esté familiarizado con el funcionamiento de la misma así como de los sistemas hidráulicos, del que está dotado.

- Se recomienda leer los manuales de mantenimiento y operación para un correcto uso del equipo así como eliminar posibles accidentes o incidentes.
- Se recomienda utilizar las medidas de protección para su uso, estas están descritas en el manual de mantenimiento.

Glosario de términos.

A

Análisis.- Separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios y elementos.

Asimilar.- Comprender una persona lo que está aprendiendo e incorporar los conocimientos nuevos a los que ya tenía.

C

Calota.- Asegura el paracaídas re empaquetado en el container mediante pupos, además hace la función de paracaídas extractor.

Concerniente.- Tocante.

Contemporáneo.- Que existe en la época actual, que pertenece al presente.

Contexto.- Conjunto de circunstancias que condicionan un hecho.

Contextualizar.- Poner en un determinado contexto.

Contraste.- Diferencia notable u oposición que presentan dos cosas cuando se comparan entre sí.

Cualidad.- Cada uno de los caracteres que distinguen a las personas o cosas.

Cualitativo.- Que denota cualidad.

Currículum.- Plan de estudios.

D

Deducción.- Método de razonamiento que consiste en ir de lo general a lo particular.

Deducir.- Sacar una conclusión por medio de un razonamiento a partir de una situación anterior o de un principio general.

DGAC.- Dirección General de Aviación Civil (Ecuador).

Directriz.- Norma o conjunto de normas e instrucciones que dirigen, guían u orientan una acción, una cosa o a una persona.

E

Entorpecer.- Poner los medios o proporcionar las causas que impiden el desarrollo normal de una actividad o proceso.

Esmerillòn.- parte del paracaídas que posee un muelle giratorio que impide que el paracaídas se enriede.

E

Fomentar.- Hacer que una actividad u otra cosa se desarrolle o aumente su intensidad.

H

Habilitación.-1 Adaptación o adecuación de una cosa para que desempeñe una función que no es la que tiene habitualmente **2** Autorización legal que se da a una persona para hacer una cosa.

Hardware.- Conjunto de unidades físicas, circuitos y dispositivos que componen un sistema informático.

I

Innovador.- Que cambia las cosas introduciendo novedades.

Improvisar.- Hacer una cosa que no estaba prevista o preparada, llevado de la intuición del momento.

L

Lapso.- Periodo de tiempo transcurrido.

M

Mediador.- Persona u organismo encargado de intervenir en una discusión o en un enfrentamiento entre dos partes para encontrar una solución.

Metodología.- Ciencia del método y la sistematización científica. Tratado de los métodos de enseñanza.

P

Per se.- Por sí mismo.

Pedagógica.- Que enseña las cosas con mucha claridad y es útil para aprender.

Pos.- Se usa en la expresión **en pos de**, que significa 'detrás'.

Pragmático.- Relativo a la práctica.

Pragmatismo.- Doctrina filosófica que considera que el único medio de juzgar la verdad de una doctrina moral, social, religiosa o científica consiste en considerar sus efectos prácticos.

Prolongada.- Hacer que una cosa dure más tiempo de lo normal.

R

Recopilar.- Juntar o reunir varias cosas dispersas, especialmente escritos, bajo un criterio que dé unidad al conjunto.

S

Software.- Conjunto de programas, lenguajes de programación y datos que controlan que el ordenador funcione y realice determinadas tareas.

T

Tabular.- Expresar [valores, magnitudes, conceptos, etc.] por medio de tablas.

Tangible.- Que se puede tocar o percibir por medio del tacto.

Tipología.- Clasificación y estudio en tipos o clases de un conjunto de elementos.

Tópico.- Tema.

Turborreactor.- Motor a reacción formado por una turbina de gas, cuya expansión produce una reacción propulsora. Es el motor a reacción más complicado.

V

Variable.- Factor o característica que puede variar en un determinado grupo de individuos o hechos, especialmente cuando se analizan para una investigación o un experimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- DENNEL AVIATION. (1965) Manual de mantenimiento avión Cheetah G3-04-13-09. Sudáfrica. ATLAS CHEETAH.
- ISRAEL AICRAFT INDUSTRIAL. Manual paracaídas de freno IAI 74293A. Israel. IAI.
- <http://www.itsafae.edu.ec> [citado el 24-07-2014]
- <http://es.thefreedictionary.com> [citado el 26-07-2017]
- <http://www.dgac.gov.ec/Espa%C3%B1ol/Paginas/Historia.aspx> [citado el 15-08-2014]
- http://es.wikipedia.org/wiki/Prensa_hidr%C3%A1ulica [citado el 20-08-2014]
- <http://peremarques.pangea.org/Interved.htm> [citado el 24-07-2014]
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Paraca%C3%ADdas> [citado el 18-09-2014]
- http://es.wikipedia.org/wiki/Paraca%C3%ADdas_de_frenado [citado el 15-09-2014]

ANEXOS