

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBA  
NEUMÁTICO PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS  
POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS  
HELICÓPTEROS PUMA SA- 330 Y SUPER PUMA AS-332**

**POR:**

**IÑACASHA LEMA RAÚL ALFREDO**

**Proyecto de grado como requisito parcial para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2006**

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. CBOP. DE A.E. IÑACASHA LEMA RAÚL ALFREDO, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

-----  
Sgop. Eco. Ochoa Kleber  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Enero, 2006

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto de grado a todas las personas que de manera tesonera y leal me han apoyado incansablemente para seguir adelante a pesar de las circunstancias que se han presentado, especialmente a Dios por darme unos excelentes Padres Rafael y Piedad a mi hermana María, a mis sobrinos Javier, Joao, Israel que han sido siempre comprensibles y tolerantes, a las personas que de manera silenciosa me han dado todo su amor y cariño y de manera especial va dedicado a mi hermano Pedro que desde el cielo ha sido la luz que ha iluminado el sendero de mis estudios y me dio el valor suficiente para nunca darme por vencido en los momentos difíciles, y además a todos quienes han contribuido con su esfuerzo para culminar de la mejor manera esta difícil pero no imposible etapa estudiantil cuyos resultados estarán al servicio de la ciencia la verdad y la justicia.

**CBOP. DE A.E. IÑACASHA LEMA RAÚL ALFREDO**

## **AGRADECIMIENTO.**

Quiero expresar mi sentimiento de profunda gratitud a mi Dios que es quien guía mis pasos por la vida dándome fuerzas para levantarme de cada una de mis caídas, a la Aviación del Ejército por haberme dado la oportunidad de perfeccionarme y superarme en este prestigioso Instituto y de esta manera contribuir con el engrandecimiento de esta Institución y de mi Patria querida.

También quiero agradecer a mis padres Rafael y Piedad quienes con amor, sacrificio, ejemplo y abnegación han guiado cada uno de mis pasos para hacerme un hombre de bien. A mi hermana María y mis sobrinos Javier, Joao e Israel que con su presencia y amor llenan mi vida de alegría, a mis compañeros de promoción y todas aquellas personas que de una u otra manera supieron brindarme su apoyo.

Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico y a todos mis maestros que me han impartido todos sus conocimientos y experiencias de una manera incondicional y desinteresada haciéndome un excelente profesional.

**CBOS. DE A.E. IÑACASHA LEMA RAÚL ALFREDO**

# ÌNDICE

Carátula.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice.....	V
Lista de gráficos.....	XI
Lista de tablas.....	XI
Anexos.....	XI
Resumen.....	1
Planteamiento del problema.....	2
Justificación.....	3
Objetivos.....	4
▪ Objetivo General .....	4
▪ Objetivos Específicos.....	4
Alcance.....	4

## **CAPÍTULO I**

### **GENERALIDADES**

1.1.- Generalidades de las aeronaves.....	5
1.2.- Características de las aeronaves.....	6
1.2.1.- Super Puma AS – 332B.....	6
1.2.1.1.- Datos técnicos.....	6
1.2.2.- Puma SA – 330L.....	7
1.2.2.2.- Datos técnicos.....	8
1.3.- Filtros antiarena.....	9
1.3.1.- Generalidades.....	10
1.3.1.1.- Descripción.....	10
1.3.2.- Funcionamiento.....	11

## **CAPÍTULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

2.1.- Estudio de alternativas.....	22
2.1.1.- Primera alternativa.....	23
2.1.2.- Segunda alternativa.....	23
2.2.- Análisis técnico.....	24
2.3.- Análisis de factibilidad.....	24
2.3.1.- Primera alternativa.....	24
2.3.2.- Segunda alternativa.....	25
2.4.- Parámetros de evaluación.....	25
2.4.1.- Factor Mecánico.....	27
2.4.2.- Factor Económico.....	28
2.4.3.- Factor Complementario.....	29
2.4.4.- Evaluación de parámetros.....	29
2.5.- Selección de la mejor alternativa.....	31

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN**

3.1.- Orden de construcción.....	32
3.1.1.- Estructura móvil.....	33
3.2.- Esquemas y circuitos del banco de pruebas.....	37
3.2.1.- Circuito de aire del banco de pruebas.....	37
3.2.2.- Circuito eléctrico del banco de pruebas.....	38
3.3.- Diagramas de proceso.....	39
3.3.1.- Diagrama de proceso de la estructura.....	39
3.3.2.- Diagrama de proceso de instalación del compresor de aire.....	41
3.3.3.- Diagrama de proceso de instalación de los manómetros de presión.....	42
3.3.4.- Diagrama de proceso de instalación de los reguladores de presión con filtro.....	43
3.3.5.- Diagrama de proceso de instalación del soporte de la consola de los filtros antiarena.....	44
3.3.6.- Diagrama de instalación de las cañerías de alimentación de aire.....	45
3.4.- Diagramas de ensamble.....	46
3.4.1.- Diagrama de ensamble de la estructura.....	46
3.4.2.- Diagrama de ensamble de las rieles soporte de la consola.....	47
3.4.3.- Diagrama de ensamble de las cañerías y compresor.....	47
3.4.4.- Diagrama de ensamble final.....	48
3.5.- Chequeo del estado de los elementos del banco.....	49

## **CAPÍTULO IV**

### **ELABORACIÓN DE MANUALES**

4.1.- Parámetros de seguridad y precauciones.....	50
4.1.1.- Accidente.....	50
4.1.2.- Lesión.....	51
4.1.3.- Condición Insegura.....	51
4.1.4.- Acto Inseguro.....	51
4.1.5.- Factor Personal Inseguro.....	51
4.2.- Descripción de manuales.....	52
4.3.- Tipos de manuales.....	53
4.3.1.- Manual de seguridad.....	53
4.3.2.- Manual de operación.....	56
4.3.3.- Manual de mantenimiento.....	59
4.3.4.- Hojas de registro.....	62

## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

5.1.- Presupuesto.....	67
5.2.- Análisis económico.....	67
5.2.1.-Materiales.....	68
5.2.2.- Maquinaria, herramientas y equipo.....	69
5.2.3.- Mano de obra.....	70
5.2.4.- Otros.....	70
5.2.5.- Costo total de la construcción del banco.....	71

**CAPÍTULO VI**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.1.- Conclusiones.....72  
6.2.- Recomendaciones.....73

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

**PLANOS**

## LISTA DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO I

Figura 1A.- Helicóptero Super Puma.....	6
Figura 1B.- Helicóptero Puma.....	7
Figura 1.1.- Filtros antiarena.....	11
Figura 1.2.- Componentes de las tomas de aire multiusos.....	12
Figura 1.3.- Separador de partícula.....	14
Figura 1.4.- Ensamble del polivalente.....	15
Figura 1.4M.- Ensamble del polivalente (Después de la modificación 07.20.50516).....	16
Figura 1.5 y 1.5M.- Sistema de aire comprimido.....	18
Figura 1.6.- Controles y sistema de supervisión.....	21

### CAPÍTULO III

Figura 3.1.- Cañerías con símbolo de aviso.....	34
Figura 3.2.- Cañerías con sentido de flujo.....	34
Figura 3.3.- Identificación fundamental de las cañerías.....	35
Figura 3.4.- Esquema del circuito de aire del banco de pruebas.....	37
Figura 3.5.- Esquema del circuito eléctrico de control del compresor.....	38

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II

Tabla 2.1.- Cuadro de factores.....	26
Tabla 2.2.- Matriz de Evaluación.....	29
Tabla 2.3.- Matriz de Decisión.....	30
Tabla 2.4.- Matriz de decisión (puntajes totales).....	31

### CAPÍTULO III

Tabla 3.1.- Código de colores.....	35
Tabla 3.2.- Estado de los elementos del banco.....	49

### CAPÍTULO V

Tabla 5.1.- Materiales usados para la construcción del banco de pruebas.....	68
Tabla 5.2.- Costo de maquinaria y equipo empleado.....	69
Tabla 5.3.- Costos de mano de obra.....	70
Tabla 5.4.- Costo de otros gastos.....	71
Tabla 5.5.- Costo total del banco.....	71

## LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.

ANEXO B.- ENSAMBLAJE DEL BANCO DE PRUEBAS.

ANEXO C.- BANCO DE PRUEBAS TERMINADO Y LISTO PARA EL PROCESO  
DE PINTADO.

## RESUMEN

El tema central de este proyecto de grado se refiere a la construcción de un BANCO DE PRUEBAS NEUMÁTICO PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICÓPTEROS PUMA SA – 330L Y SUPER PUMA AS – 332B, previo a la obtención del título de Tecnólogo Aeronáutico, el banco construido durante el transcurso del periodo académico tiene su importancia dentro del mantenimiento aeronáutico.

Este banco de pruebas sirve para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena de una manera adecuada y acorde con los manuales de mantenimiento. Además es un banco de pruebas que no tiene mayores complicaciones al momento de ponerlo en funcionamiento debido que el sistema eléctrico de encendido del compresor es muy sencillo, además la presión de aire que utiliza para realizar el chequeo de estos elementos no es muy elevado.

Este proyecto tiene como parte fundamental la selección de la mejor alternativa desde el punto de vista técnico, funcional y económico.

Para la construcción del banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena se realizó las respectivas pruebas de funcionamiento para comprobar que este proyecto cumple satisfactoriamente con los requerimientos del área de mantenimiento aeronáutico. Finalmente se adjuntan los planos generales y fotografías del proceso de construcción.

La construcción de bancos de prueba en el Ecuador es al momento una necesidad básica puesto que es uno de los pilares principales en los cuales se fundamenta el desarrollo tecnológico de un país.

# INTRODUCCIÓN

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La BRIGADA DE AVIACIÓN DE LA FUERZA TERRESTRE No. 15 “PAQUISHA” (15-BAFT) y sus unidades adjuntas (GAE – 44 “PASTAZA”, GAE – 43 “PORTOVIEJO”, GAE – 45 “PICHINCHA”, GAE – 42 “ASCAZUBI” y EAE – 15 “CPTN. FERNANDO VASCONEZ”, poseen aviones y helicópteros para realizar las misiones a ellas encomendadas, para el mantenimiento de estas aeronaves, cada una de las unidades cuenta con talleres y laboratorios donde se realiza el mantenimiento de primer y segundo escalón.

Para el mantenimiento de tercer escalón la Brigada cuenta con un CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO (CEMAE-15), el mismo que posee el personal capacitado, así como talleres y laboratorios debidamente equipados para realizar este tipo de trabajos, pero también tiene algunas deficiencias de bancos de pruebas para la comprobación y chequeo de los diferentes sistemas y componentes que se encuentran montados en las aeronaves.

Especialmente la sección de los helicópteros Puma SA - 330 L y Super Puma AS - 332 B a pesar de que sus talleres están adecuadamente equipados le hacen falta algunos equipos y uno de estos es un banco de pruebas neumático para realizar el chequeo del funcionamiento de los polivalentes de los filtros antiarena que van montados en la entrada de aire de los motores de estos helicópteros los mismos que garantizan su buen funcionamiento y alargan la vida útil de los álabes de los compresores permitiendo que el aire pase a los motores libre de hielo y arena cuando estos operan en este tipo de condiciones.

## **JUSTIFICACIÓN**

La construcción de este banco de pruebas, permitirá realizar de una manera eficiente y correcta la inspección y mantenimiento de este elemento fundamental que protege a los motores de los helicópteros, ya que anteriormente este tipo de trabajo se hacía de forma antitécnica y no se podía verificar ni chequear correctamente el buen funcionamiento de los polivalentes de estos filtros antiarena.

Además este banco de pruebas, permitirá que se realice la inspección y mantenimiento de los polivalentes en los filtros antiarena, desmontando éstos de los helicópteros y montándolos en el banco de pruebas, observándose directamente el correcto funcionamiento de sus elementos, los mismos que permitirán el alargamiento de la vida útil de los álabes de los compresores de los motores.

## **OBJETIVOS:**

### **Objetivo General**

- ❖ Construir un banco de prueba neumático para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena de los helicópteros Puma SA -330 y Super Puma AS -332 el mismo que será utilizado por los técnicos del “Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército” (CEMAE – 15).

### **Objetivos Específicos**

- ❖ Analizar en forma teórica y práctica el funcionamiento de los polivalentes de los filtros antiarena de los helicópteros PUMA Y SUPER PUMA.
- ❖ Conocer el material que se va a utilizar en la construcción de este banco de pruebas y los parámetros de funcionamiento de estos elementos.
- ❖ Realizar pruebas de funcionamiento.
- ❖ Elaborar manuales de seguridad, operación y mantenimiento.

## **ALCANCE:**

Este proyecto va encaminado a mejorar e implementar los talleres de mantenimiento del CENTRO DE MANTENIMIENTO DE AVIACIÓN DEL EJERCITO (CEMAE – 15), además contribuirá en la optimización de tiempo, mejoramiento en la calidad de los trabajos de inspección realizados en los helicópteros en los cuales se va a utilizar este banco de pruebas.

# **CAPÍTULO I**

## **GENERALIDADES.**

### **1.1.- GENERALIDADES DE LAS AERONAVES.**

Los helicópteros AS - 332 B Super Puma y SA - 330 L Puma de la A.E.E. son dos de los tres helicópteros en su clase que existen en toda América. Estas aeronaves se distinguen por su excelente maniobrabilidad sobre terreno montañoso y bajo vientos fuertes. En la actualidad han probado su efectividad en la construcción de líneas eléctricas, sembrado de postes y en traslado de pasajeros a los más remotos lugares. El Super Puma es capaz de transportar 8,000 libras de carga externa y de hasta 23 pasajeros, mientras que el Puma es capaz de transportar 5000 libras de carga externa y de hasta 18 pasajeros.

El AS - 332 B Super Puma y SA - 330 L Puma son helicópteros de versión militar y civil bimotor de peso medio, sus características operativas y su amplia cabina explican su éxito, en especial en lo que respecta al transporte de pasajeros. Su amplia reserva de potencia, su nivel de seguridad y su comodidad hacen del AS - 332 B Super Puma y SA - 330 L Puma, unos aparatos perfectamente apropiados para operaciones militares u otros usos civiles y estatales.

## 1.2.- CARACTERÍSTICAS DE LAS AERONAVES.

### 1.2.1.- SUPER PUMA AS - 332 B:



**Figura 1.A Helicóptero Super Puma**

- Clase.....Helicóptero multipropósito
- Uso.....Transporte de personal y carga.
- Fabricación.....Francesa.
- Tipo de vuelo.....VFR / IFR
- Piloto automático.....si
- Combustible que utiliza.....J.P.
- Otros usos:
  - Evacuación Aeromédica “Dust off”
  - Reconocimiento Visual Táctico
  - Lanzamiento de paracaidistas
  - Operaciones Heli tácticas de inserción y extracción de comandos
  - Operaciones de Control Aéreo Avanzado (FAC)
  - Control de tiro de Artillería
  - Apoyo cercano de fuerzas de superficie (CAS)
  - Iluminación Aérea
  - Autodefensa y ablandamiento de posiciones (straffing)
  - Operaciones Contrainsurgencia (COIN)
  - Operaciones contra el Narcotráfico

### 1.2.1.1.- Datos técnicos

- Peso máximo.....8600 Kg.  
(Con carga externa).....9350 Kg.
- Carga útil.....4100 Kg.
- Capacidad.....2 pilotos más 23 pasajeros.
- Posee dos motores Turbo meca Makila 1 A 1
- Potencia máxima de emergencia (O.I.E.). 1400 kw.
- Velocidad de crucero rápido (con peso máximo) 141 nudos (262 Km. /h)
- Autonomía máxima (despegue con peso máximo, con depósito de combustible auxiliar central).....523 millas náuticas (968 Km.)

### 1.2.- PUMA SA - 330 L:



Figura 1.B Helicóptero Puma

- Clase.....Helicóptero multipropósito
- Uso.....Transporte de personal y carga
- Combustible que utiliza.....J.P.
- Fabricación.....Francesa
- Tipo de vuelo.....VFR / IFR ( si cuenta con el equipo necesario)
- Piloto automático.....si
- Transporte y asalto
- Apoyo logístico
- Apoyo al desarrollo nacional
- Versión VIP ( presidencial )

### **1.2.1.- Datos técnicos**

- Tripulación.....2 pilotos
- Planta Motriz.....2 turboejes Turbomeca Turmo IVC de 75hp  
33.500 R.P.M. (100%)
- Velocidad máxima.....258Km/h (167 Nudos)
- Velocidad de crucero.....245Km/h (130 Nudos)
- Alcance máximo.....550m
- Techo de servicio.....4800m (16.500 pies)
- Peso máximo de utilización..... 7,400 Kg. (16.300 lbs.)
- Carga interna..... 4.000 libras
- Carga externa .....5000 libras
- Peso vacío.....33400kg
- Capacidad de pasajeros.....18 pasaj.
- Capacidad de ambulancia..... 6 heridos
- Autonomía de vuelo.....2:30 horas (3:30 con tanques auxiliares)
- Tren de aterrizaje.....retractil
- Dimensiones
  - Rotor Principal.....15,00m
  - Longitud.....18,15m
  - Altura.....5,14m
  - Super. Rotor principal.....177m<sup>2</sup>

### **1.3.- FILTROS ANTIARENA**

Los filtros antiarena juegan un papel importante en el funcionamiento de los motores que se encuentran montados en los diferentes tipos de aeronaves existentes. La forma y constitución de estos elementos así como su montaje en los motores depende generalmente del tipo de aeronave y en que condiciones ambientales va a estar operando.

En las aeronaves grandes y medianas estos elementos vienen montados de una forma permanente como parte de la estructura de la misma, en cambio en aeronaves pequeñas estos filtros son en forma de paneles que pueden ser montados o desmontados de acuerdo al lugar en donde estará operando la misma, esto es debido a que el peso de los paneles influye considerablemente en la potencia generada por los motores y disminuirá su capacidad de carga ya que al estar instalados estos elementos en las entradas de aire al motor aumentará el peso de la aeronave.

Como se ve a continuación la función principal de estos elementos es impedir la ingestión de arena y hielo por los motores; lo que provoca desgaste en los álabes de los compresores.

En los helicópteros Puma y Super Puma estos elementos están formados por módulos los mismos que están instalados en la parte delantera de los motores. La inspección y mantenimiento de estos elementos se la realiza de acuerdo a los manuales de mantenimiento de las aeronaves. En cuanto a la inspección de los polivalentes de los filtros antiarena, esto se lo realiza solo cuando existe un trabado de este elemento y no se produce el recorrido del mismo para cerrar la entrada de aire permitiendo que el aire cargado de arena y hielo pase directamente al motor cuando se vuela en este tipo de condiciones.



**Figura 1.C Filtros antiarena**

### **1.3.1.- GENERALIDADES**

Las tomas de aire multiusos (filtros antiarena) son diseñadas para:

- Proteger a los motores contra la ingestión de la arena, que causaría desgaste prematuro a los álabes del compresor.
- Proteger a los motores contra la ingestión de nieve o hielo que se forma en el frente del fuselaje durante vuelos en condiciones que hielan.
- Reducir el nivel de ruidos del compresor del motor.

Instalado permanentemente delante de las tomas de aire, mantienen la afluencia dinámica de la presión siempre que la aeronave vuele en condiciones atmosféricas normales (ni arenoso, ni helando).

#### **1.3.1.1.- DESCRIPCIÓN (figura 1.1)**

El montaje de las tomas de aire multiusos (filtros antiarena) incluye:

- Una consola (2).
- Dos módulos (1)
- Un sistema de fuente de aire comprimido P2

- Un sistema del control y de supervisión.

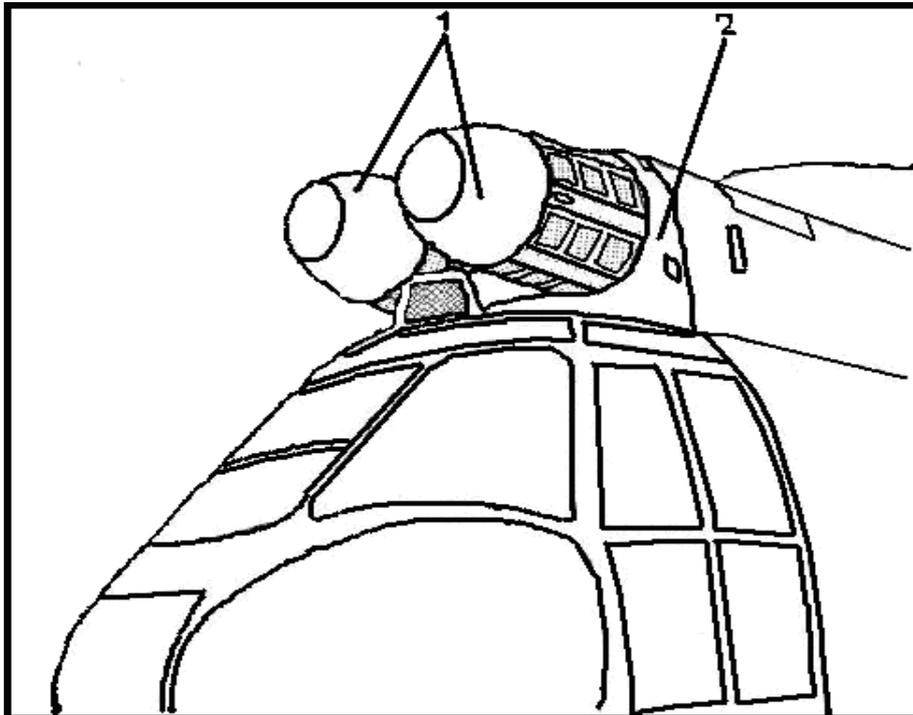


Figura 1.1 Filtros antiarena

### 1.3.2.- FUNCIONAMIENTO

#### COMPONENTES (figura 1.2)

#### -Toma de aire multiusos (Filtros antiarena)

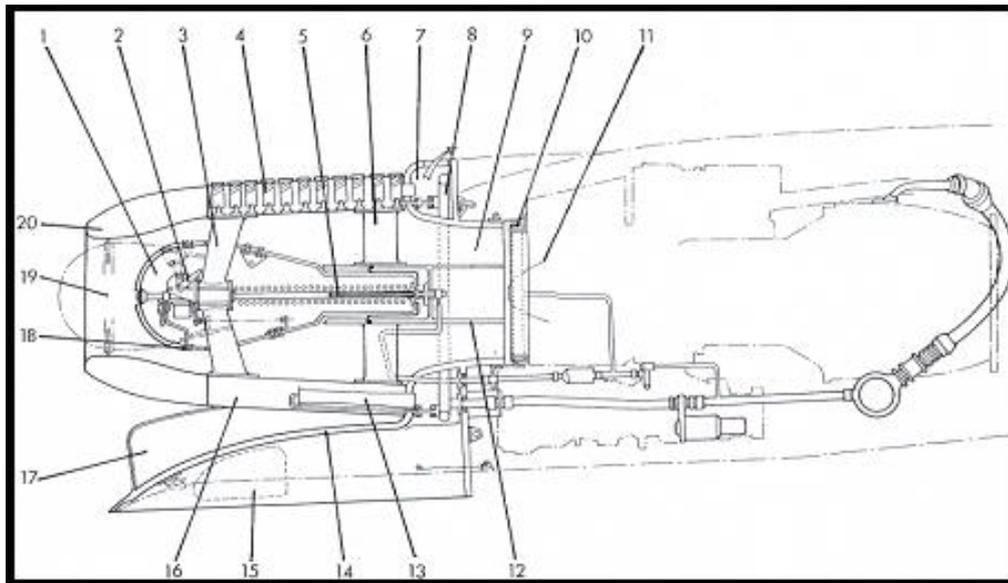
#### Consola (14)

La consola consiste en paneles de panal de abejas y una piel de fibra de vidrio; que se desliza hacia adelante para proporcionar el acceso a los motores.

Incluye:

- Dos conductos (9) que conectan las tomas de aire con los módulos.
- Dos cajas de la eyección (7).
- Dos distribuidores de aire comprimido (8).
- Dos tomas de aire del radiador de aceite del motor (15).

- Un capotaje (17) situado entre los dos módulos para la instalación de una ventilación o de un sistema de aire acondicionado.
- Dos sellos inflables (10) que forman un empalme hermético entre la consola y las tomas de aire de motor tan pronto como los motores se enciendan.



**Figura 1.2 Componentes de las tomas de aire multiusos**

1. Bala móvil (polivalente)	11. Bala de la toma de aire de motor
2. Bala que traba el sistema	12. Tubo que conecta
3. Brazo delantero	13. Venturi del eyector
4. Separador de partícula	14. Consola
5. Actuador neumático	15. Suministro de aire a los radiadores de aceite del motor
6. Brazo posterior	16. Compartimiento limpiador
7. Caja de la eyección	17. Entrada de aire del sistema del ventilador o de aire acondicionado de ventilación
8. Distribuidor de aire comprimido	18. Sello inflable del polivalente
9. Tubo de aire	19. Módulo (toma de aire multiusos)
10. Sello inflable de la toma de aire del motor	20. Conducto de toma de aire.

## **Módulo (19)**

Cada módulo se asegura a la consola (1) en la línea central del motor, e incluye:

- Una estructura que contiene siete compartimientos limpiadores (16) completos con el venturi del eyector (13).
- Siete unidades del separador de la partícula (4) incrustadas con los ensambles de tubo del separador.
- Una toma de aire (20) que pueden ser bloqueadas.
- Una bala móvil (polivalente), (1) operada por un actuador neumático (5)
- Un sello inflable (18) asegura la hermeticidad entre las tomas de aire (20) y el polivalente cuando es operado por el actuador (5). Un sistema de fijación (2) mantiene el polivalente en la posición cerrada cuando se despresuriza el actuador (5). Un título de fin de carrera “polivalente cerrado” indica cuando el polivalente esta cerrado.

### **Unidad del separador de partícula**

#### **- Datos**

- Número de los tubos del separador por el módulo: 1176.
- Número de los tubos del separador por unidad: 168.

Principios de funcionamiento (figura 1.3)

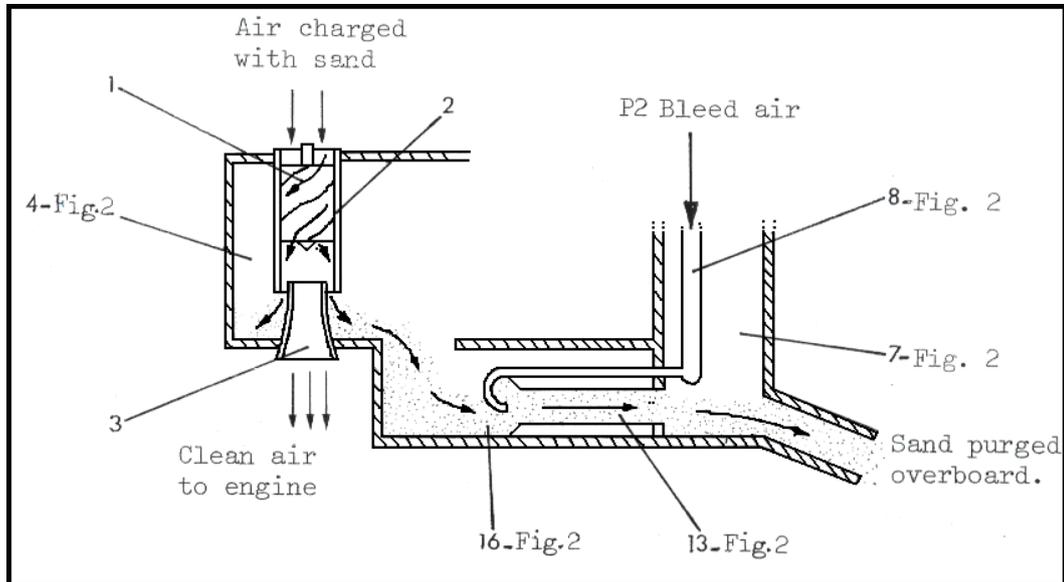
La unidad del separador consiste en los tubos del separador instalados en paralelo en cada panel.

Cada tubo del separador contiene:

- Un tubo del vórtice (2).
- Un generador del vórtice (1).
- Un tubo de enchufe (3)

Las partículas extrañas que incorporan cada montaje de tubo son separadas por la acción de remolino del aire que pasa a través de los generadores del vórtice. Esta circulación de aire llamada limpia flujo, lleva las partículas extrañas del compartimiento limpiador (16, figura 1.2) a las cajas de

eyección (7, figura1.2) que se purgarán al exterior usando el aire de sangrado (purga) del motor, pasando a través de un venturi del eyector (13, figura 1.2), y de tal modo permite que solamente el aire limpio restante entre en el motor.



**Figura 1.3 Separador de partícula**

### **Ensamble del polivalente (Figura 1.4)**

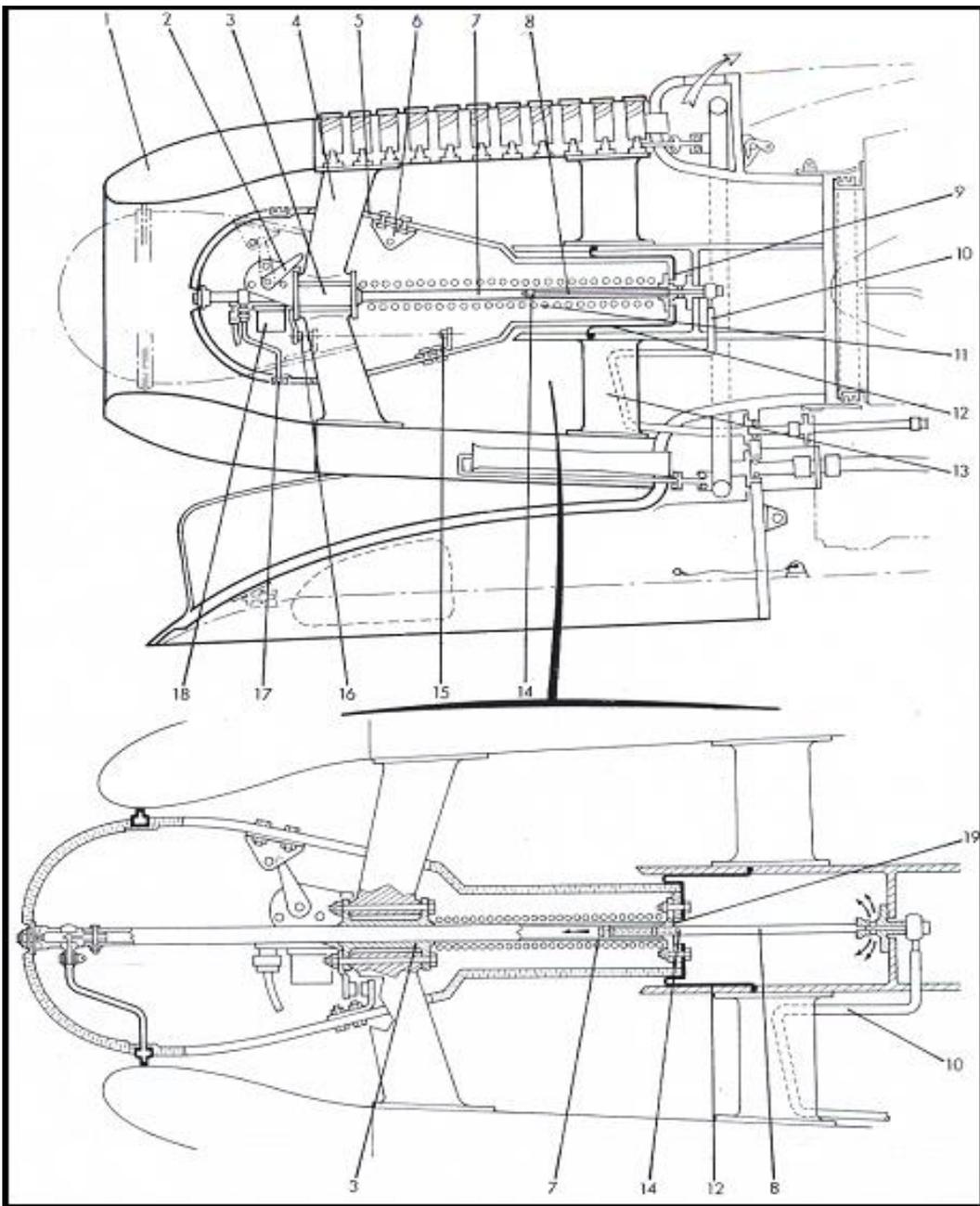
El montaje del polivalente, esta asegurado a la estructura del módulo por los brazos delanteros y posteriores (4 y 5), incluye:

- Polivalente (5) dirigida por el tubo (7) que se desliza en una barra (8) y en un cojinete (3).

Está montado con:

- Un motor (18) con el cual traba el polivalente en la posición "cerrado fin de carrera" por la palanca (2) y el soporte (6), y los controles el subtítulo "polivalente cerrado". Un interruptor de proximidad que consiste en un interruptor flexible de la lámina (16), generalmente abierto, accionado a control remoto por un imán (15) en la parada de fin de carrera del polivalente, que provee energía al motor (18).
- Un actuador neumático que incluye un diafragma (12), proveído de aire comprimido por el tubo (10).

- Un resorte (11) que retorna al polivalente a su posición abierta.
- Un orificio calibrado (19) que permite que el aire comprimido atrapado en el compartimiento del pistón (9) se escape cuando el polivalente vuelve a la posición abierta
- Un sello inflable (17) que forman un empalme hermético entre el polivalente y la toma de aire (1). Un conducto (14) instalado en la barra (8) permite al sello (17) ser inflado cuando el pistón neumático del actuador (9) alcanza su parada de fin de carrera.

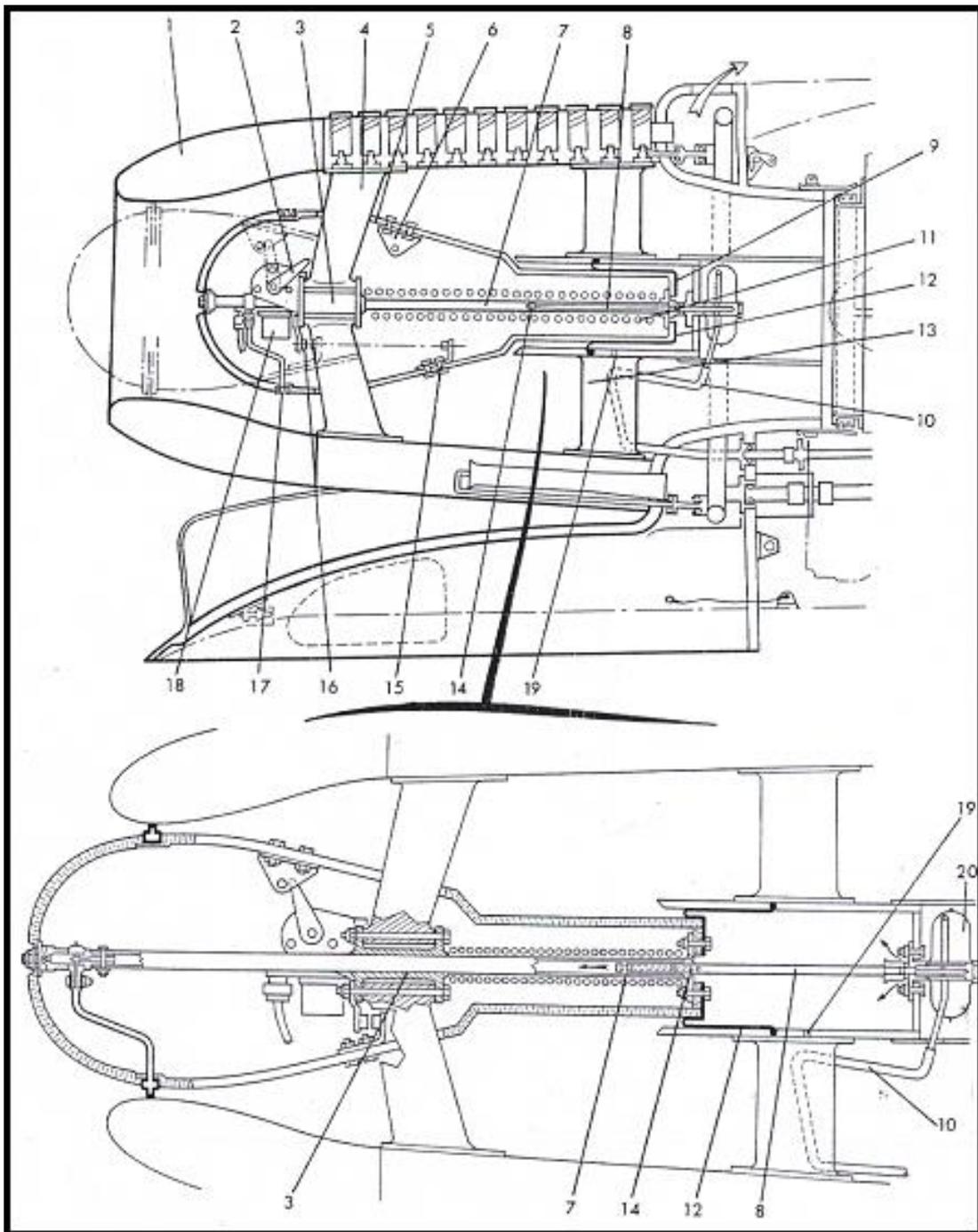


**Figura 1. 4 Ensamble del polivalente**

Después de la Modificación AMS 07.20.505 (Figura 1.4M)

- Un montaje de la caja. (20).
- Un restrictor situado en el punto bajo del compartimiento de pistón permite al aire atrapado en el compartimiento que se escape.

Después de la modificación, el agujero (19) en la figura 1.4 está cancelado.



**Figura 1.4M Ensamble del polivalente  
(Después de la modificación 07.20.505)**

## **Motor eléctrico del sistema de trabado (18)**

### Datos:

Valores de esfuerzo de torsión de 28 v.d.c. y en temperatura ambiente

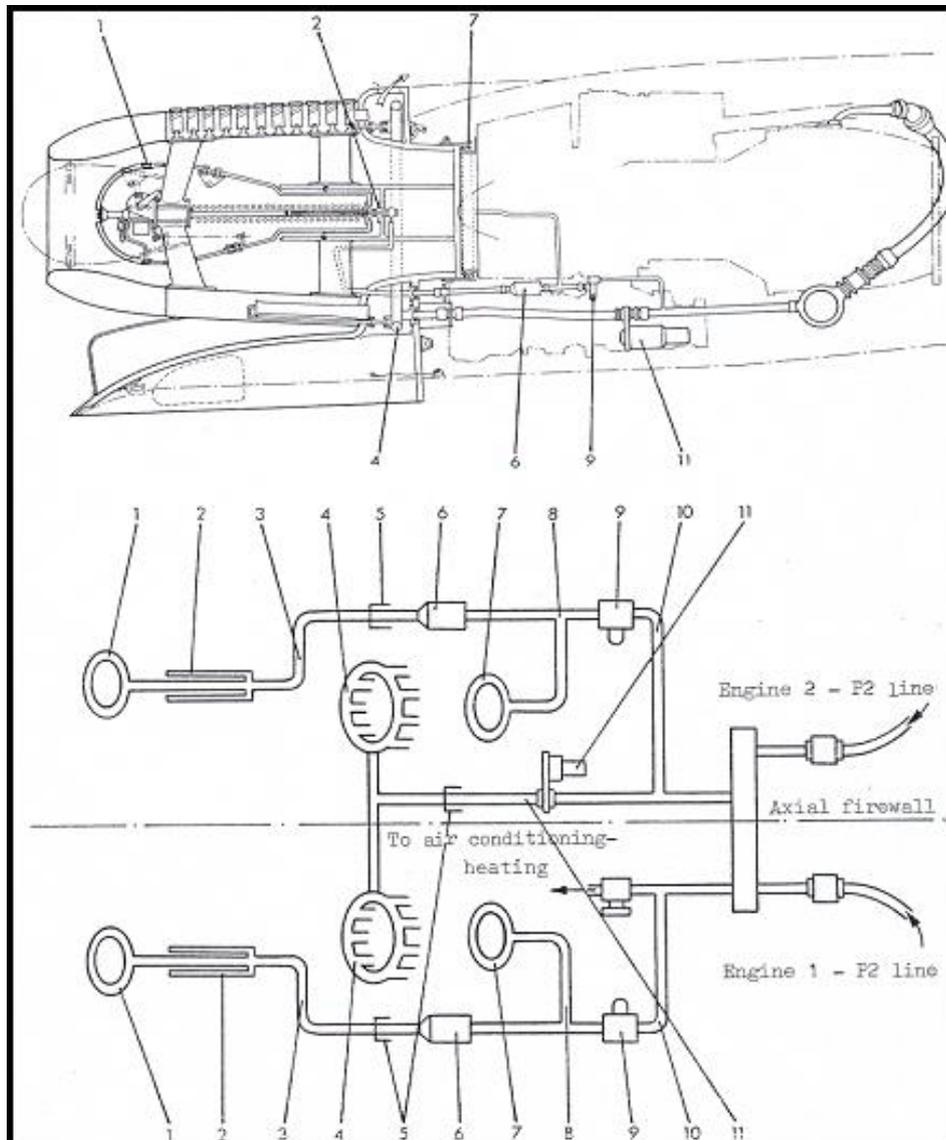
- Esfuerzo de torsión clasificado: 0.25 m.daN.
- Esfuerzo de torsión de la sobrecarga: 0.6 m.daN.
- Esfuerzo de torsión de sobrecarga de parada: 1.5 m.daN.

### Motor:

- En serie de doble devanado.
- Sellado herméticamente, dos posiciones con los interruptores de límite
- Engranaje de reducción irreversible
- Funciona en 0.25 m.daN, desde 18 a 30 V.d.c. a una temperatura promedio de - 55° C y + 80° C.
- Separación angular:  $90^\circ \pm 5^\circ$

## **Sistema de fuente de aire comprimido P2 (figura 1.5)**

(Después de la modificación 07.20.505 (figura 1.5M))



**Figura 1.5 y 1.5M Sistema de aire comprimido**

El sistema de fuente de aire comprimido P2 incluye:

- Cañerías (8 y 10) que proveen:

- Sellos inflables (7) entre la consola y las tomas de aire de motor, a través del filtro (9) tan pronto como los motores se enciendan.
- Venturi del eyector del filtro de arena, vía la electro válvula (11).
- Bala; vía las electro-válvulas (6).
- Cañerías (12) que proveen de aire comprimido a los distribuidores del

tubo del vórtice (4).

- Cañerías (3) que proveen a los sellos inflables del polivalente (1) y los actuadores neumáticos (2).
- Uniones especiales (5) en el tabique hermético de la parte posterior de la consola.

## **Electro-válvula del separador de la partícula (11)**

### Características

- Velocidad de cierre: 4 segundos con la fuente de alimentación de 27 voltios
- Voltaje de funcionamiento: 27 V.d.c.
- Corriente máxima: 3 amperios.
- Válvula a todo régimen: 25 milímetros. diámetro.
- Medio de funcionamiento: De aire caliente; temperatura máxima: 300°C
- Presión de funcionamiento: 5 bares (70 PSI.)

## **Electro-válvula de la bala (6)**

### Características

Voltaje: 24 V.d.c.

Corriente máxima: 1.7 amperios

Medio de funcionamiento: De aire caliente; temperatura máxima: 300°C

Válvula energizada abierta

Presión de funcionamiento: 5 bares (70 PSI.)

## **Filtro (9)**

### Características

Medio de funcionamiento:	De aire caliente; temperatura máxima: 300°C
Presión de funcionamiento:	5 bares (70 PSI.)
Elemento filtrante:	Acoplamiento de alambre resistente a la corrosión
Capacidad de filtración:	36 $\mu$

## **Controles y sistema de supervisión (figura 1.6)**

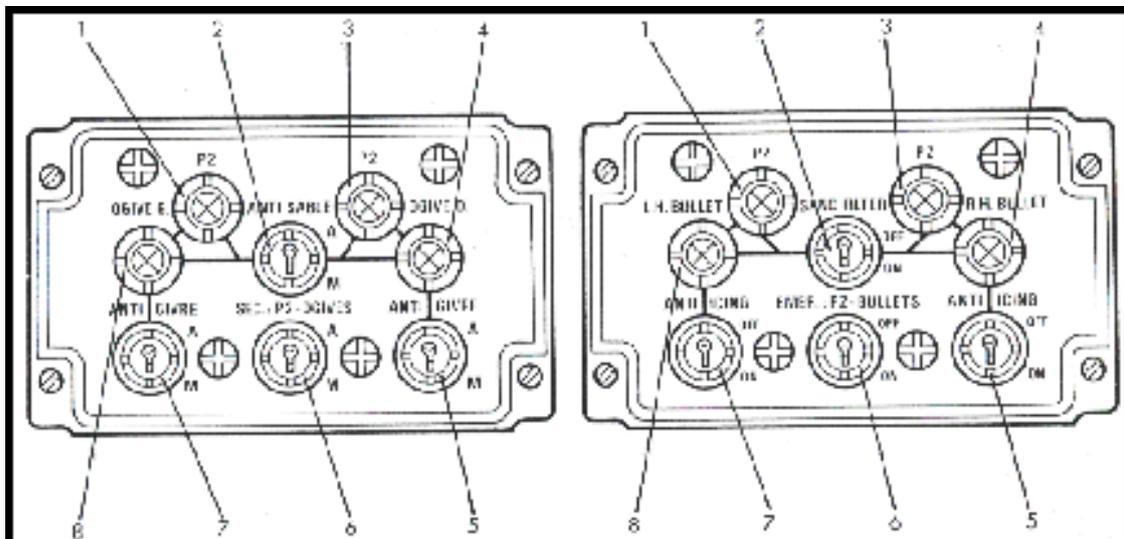
Los sistemas del control y de supervisión de la toma de aire, que están situados en una unidad asegurada al panel 5 $\alpha$  en el panel de arriba de la carlinga, incluyen:

- Un interruptor "EMER: P2-BULLETS" (SEC. P2 OGIVES") (6) que, vía sus contactos de la posición de "OFF" ("ARRET"), permiten la operación del filtro de arena (separador de la partícula).  
Si la extensión del tren de aterrizaje ha hecho contraer los "polivalentes", estos se extenderán otra vez si este interruptor se pone en la posición "ON" ("MARCHE").
- Un interruptor "SAND FILTER" (ANTI-SABLE) (2) que controlan las electro-válvulas de cierre del polivalente y las electro-válvulas del venturi del eyector.
- Dos interruptores "ANTI-ICING" (ANTI-GIVRE) (5 y 7) controlan el polivalente, cerrando las electro-válvulas por separado.

El sistema de supervisión incluye:

- Dos luces de indicador: "LH/RH BULLET" de la derecha" (OGIVE D/G) (4 y 8) que se encienden para indicar que los polivalentes están cerrados y bloqueados.
- Dos luces de indicación P2 (1 y 3) que demuestran que la electroválvula del venturi del eyector (s) es/están abiertas (según la versión).
- Un contactor, 25G4 (LANDING GEAR EXTENDED & LOCKED) situado en el puntal del tren de aterrizaje de la nariz "permite" control de dos relays – 87H1 y 87H2, energizado vía los contactos en la posición "OFF" de los interruptores del "ANTI-ICING" ("ANTI-GIVRE") y los contactos en la posición de "OFF" del "EMER:

Un interruptor del selector P2- BULLETS " ("SEC.: P2 - OGIVES") (6).  
Ordena automáticamente la iniciación de la operación del separador de partículas si los motores están encendidos en atmósfera cargada de arena o en aterrizaje en tales condiciones.



**Figura 1.6 Controles y sistema de supervisión**

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1.- IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

En base a la investigación y recopilación de datos que se ha realizado para la construcción de este banco de prueba, para realizar el chequeo del funcionamiento de los polivalentes de los filtros antiarena de los helicópteros Puma y Super Puma, se ha tomado en consideración algunas alternativas, de las cuales se ha realizado el análisis respectivo para seleccionar la alternativa que mejores garantías presente tanto en la construcción como en su funcionamiento.

##### **A.- Primera alternativa.**

- Construir un banco de prueba móvil que funcione con nitrógeno a presión.

##### **B.- Segunda alternativa.**

- Construir un banco de prueba móvil usando presión de aire suministrado por un compresor.

#### **2.1.1.- PRIMERA ALTERNATIVA.**

##### **Construir un banco de prueba móvil que funcione con nitrógeno a presión.**

Esta alternativa se basa en construir un banco de prueba móvil, cuyo funcionamiento es por medio de nitrógeno a presión, la misma que es obtenida de una botella en donde viene almacenado este gas, en este banco de prueba se puede realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena, este banco por estar basando su funcionamiento en nitrógeno a presión tendría una construcción compleja debido a que deberá estar compuesto por los siguientes elementos:

- Estructura móvil.
- Soporte para el cilindro de nitrógeno.
- Manómetros.
- Llaves de control.
- Cañerías de alta presión.
- Válvula reguladora de presión.
- Soporte para la consola.
- Alimentación de corriente alterna de 110 V.

### **2.1.2.- SEGUNDA ALTERNATIVA.**

#### **Construir un banco de prueba móvil usando presión de aire suministrado por un compresor.**

En esta alternativa se puede hablar de un banco de prueba para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena móvil y se lo puede construir para que funcione por medio de presión de aire suministrado por un compresor, el mismo que al basar su funcionamiento en aire a presión facilita su construcción, manipulación y mantenimiento debido a que sus componentes no necesitan de personal altamente capacitado para su operación.

Este banco de prueba esta conformado de las siguientes partes:

- Estructura metálica con ruedas.
- Un compresor de aire.
- Soporte para montar la consola.
- Manómetro de presión.
- Cañerías de alimentación de aire.
- Válvula reguladora de presión.
- Alimentación de corriente alterna de 110 V.

### **2.2.- ANÁLISIS TÉCNICO.**

Para la construcción del banco de prueba para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena, se realizó un análisis técnico de cada uno de los bancos propuestos como alternativas de construcción, también se realizó un análisis de los materiales a utilizar en su construcción considerando además el factor económico para la elaboración de los mismos, así como también la facilidad de mantenimiento de dichos bancos de prueba.

## **2.3.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.**

Para la construcción del banco de prueba para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena, y teniendo la información de las alternativas propuestas y en base a los conocimientos adquiridos en la formación técnico científico en el “Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico”. Se analizó las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas propuestas para poder determinar la más conveniente, analizando los requerimientos técnicos y científicos de los mismos, con el fin de construir el banco de prueba seleccionado.

### **2.3.1.- PRIMERA ALTERNATIVA.**

**Construir un banco de prueba móvil que funcione con nitrógeno a presión.**

#### **Ventajas**

1. Realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena.
2. Ejecutar el mantenimiento de la consola completa.
3. Comprobar parámetros de funcionamiento.

#### **Desventajas**

1. Posee componentes muy sensibles.
2. El costo de construcción es elevado.
3. Mantenimiento muy complejo.

4. Los materiales usados para su construcción deben soportar altas presiones.
5. La operación es realizada por personal capacitado.
6. Su construcción requiere de mucho tiempo debido a su cantidad de elementos.

### **2.3.2.- SEGUNDA ALTERNATIVA.**

**Construir un banco de prueba móvil usando presión de aire suministrado por un compresor.**

#### **Ventajas**

1. Realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena
2. Ejecutar el mantenimiento completo de la consola.
3. Fácil manejo.
4. Sus elementos no necesitan soportar presiones elevadas.
5. Costo sumamente bajo.
6. Mantenimiento simple.
7. Los elementos utilizados son de fácil adquisición.
8. El tiempo que requiere para su construcción es menor.

#### **Desventajas**

1. Solo es usado para este tipo de trabajo.
2. Tener mucho cuidado en la instalación de la consola.
3. Requiere un drenado constante del compresor de aire para evitar la acumulación de agua.

### **2.4.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.**

Para poder evaluar a cada una de las alternativas, se asigna un valor  $X_i$  a los parámetros de selección, que hemos considerado los más importantes que nos permitirán la selección de la mejor alternativa a construir.

La asignación de los valores de  $X_i$  dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre.  $0 \leq X_i \leq 1$

En función de las ventajas y desventajas que nos presentan las alternativas, se procederá a evaluar cada parámetro y la alternativa que obtenga el valor más alto en la calificación dentro de los parámetros de evaluación será la alternativa a ser construida. Las alternativas también se las puede calificar entre los valores cero y uno.

Los parámetros de selección que hemos tomado como referencia en la evaluación, son los siguientes, los mismos que están divididos en tres aspectos (técnico, económico y complementario):

## **Tabla 2.1.- Cuadro de factores.**

### **1. Factor mecánico.**

- Rendimiento
- Funcionalidad
- Mantenimiento
- Proceso de construcción
- Facilidad de operación y control
- Materiales
- Fiabilidad

### **2. Factor económico.**

- Costo de fabricación
- Costo de operación

### **3. Factor complementario.**

- Forma
- Tamaño

## 2.4.1.- FACTOR MECÁNICO.

Definimos a continuación cada uno de los parámetros.

**Rendimiento:** En este parámetro nos referimos a que se debe tener un alto grado de seguridad para que en el banco de prueba se pueda realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena y cumplan la función para lo cual fueron construidos. Se le asignara un valor de 0.8.

**Funcionalidad:** Habla sobre las características de los bancos de prueba para controlar el funcionamiento de los polivalentes de los filtros antiarena, y que cumpla con los fines para lo que fue creado. Por la importancia de este parámetro se le da un valor de 0,8.

**Mantenimiento:** Este parámetro es importante ya que nos proporciona un perfecto funcionamiento del banco de prueba, además dependiendo de la complejidad del sistema necesitamos ver la disponibilidad de los diferentes repuestos que utilizaremos durante su mantenimiento. Tomando en cuenta lo anterior se le da un valor de 0,6.

**Procesos de construcción:** Todas las alternativas propuestas requieren de piezas, instrumentación, elementos con tolerancias de construcción y necesitan de maquinarias adecuadas que permitan obtenerlas. En base a lo expuesto anteriormente a este parámetro le damos un valor de 0,7.

**Facilidad de operación y control:** Los bancos de prueba presentados deben perseguir una finalidad primordial, la misma que debe tener una facilidad en su operabilidad y control. A este parámetro se le da un valor de 0,7.

**Materiales:** Trata de los tipos de materiales recomendados y su facilidad de conseguirlos para que la construcción de este banco sea óptimo. Este parámetro tiene un valor de 0,5.

**Fiabilidad:** Este factor es muy importante ya que trata de evaluar el funcionamiento satisfactorio de cada una de las alternativas propuestas. Su valor es de 0,8.

#### **2.4.2.- FACTOR ECONÓMICO.**

**Costos de fabricación:** Es un parámetro de suma importancia para tomar una adecuada decisión para la selección del tipo de banco de prueba a construirse, buscando la alternativa más económica y su parámetro tiene un valor de 0,6.

**Costos de operación:** Una vez construido el banco de prueba, se busca economizar la energía en el proceso de operación. Su valor es de 0,6.

#### **2.4.3.- FACTOR COMPLEMENTARIO.**

**Forma:** Trata de la estética de cada uno de los bancos de prueba. Y se le ha asignado un valor de 0,2.

**Tamaño:** Se refiere a las dimensiones que posee y el espacio que ocupa el banco de prueba. El valor de este parámetro es de 0,2.

Para poder evaluar los factores tomados en cuenta para realizar la selección de la mejor alternativa de construcción de este proyecto se ha planteado dar valores a dichos factores, el valor estará dado en un rango de 0 a 1. Tomando en consideración que los factores que han sido dados un valor más alto, son los que tienen mayor importancia para su construcción, los factores que les hemos dado un valor más bajo son de menor importancia, pero que son necesarios analizarlos para poder tomar una buena decisión en la construcción de la mejor alternativa propuesta.

## 2.4.4.- EVALUACIÓN DE PARÁMETROS

Tabla 2.2.- Matriz de Evaluación.

PARÁMETROS DE EVALUACION	Factor de Ponderación. $X_i$	ALTERNATIVAS	
		1	2
<b>1. Factor mecánico</b>			
Rendimiento	0,8	0,6	0,6
Funcionalidad	0,8	0,5	0,7
Mantenimiento	0,6	0,2	0,4
Proceso de construcción	0,7	0,2	0,5
Facilidad de operación y control.	0,7	0,5	0,6
Materiales	0,5	0,2	0,4
Fiabilidad	0,8	0,5	0,5
<b>2. Factor económico</b>			
Costos de fabricación	0,6	0,5	0,4
Costos de operación	0,6	0,5	0,6
<b>3. Factor complementario</b>			
Forma	0,2	0,2	0,1
Tamaño	0,2	0,1	0,1

**Tabla 2.3.- Matriz de Decisión.**

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	ALTERNATIVA	
	1*X <sub>i</sub>	2*X <sub>i</sub>
<b>1. Factor mecánico</b>		
Rendimiento	0,48	0,48
Funcionalidad	0,40	0,56
Mantenimiento	0,12	0,24
Proceso de construcción	0,14	0,35
Facilidad de operación y control	0,35	0,42
Materiales	0,10	0,20
Fiabilidad	0,40	0,40
<b>TOTAL.</b>	<b>1,99</b>	<b>2,65</b>
<b>2. Factor económico</b>		
Costos de fabricación	0,30	0,24
Costos de operación	0,30	0,36
<b>TOTAL.</b>	<b>0,60</b>	<b>0,60</b>
<b>3. Factor complementario</b>		
Forma	0,04	0,02
Tamaño	0,02	0,02
<b>TOTAL.</b>	<b>0,06</b>	<b>0,04</b>

**Tabla 2.4.- Matriz de decisión (puntajes totales)**

<b>FACTORES</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>
Factor mecánico	1,99	2,65
Factor económico	0,60	0,60
Factor complementario	0,06	0,04
<b>TOTALES</b>	<b>2,65</b>	<b>3,29</b>

Los valores que se indican en la tabla de evaluación de parámetros 2.2 están dados de acuerdo a la evaluación y definición de cada uno de los aspectos para las alternativas presentadas anteriormente.

## **2.5.- SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.**

Luego de haber realizado el estudio técnico, el análisis de los parámetros de cada una de las alternativas propuestas, se llegó a la conclusión que la mejor, para la construcción del banco de prueba es la segunda, por cuanto es un banco de prueba móvil que funciona con presión de aire, además presenta las mejores condiciones de diseño, funcionalidad, rendimiento, factibilidad de operación y control, el mismo que nos servirá para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena de los helicópteros Puma y Super Puma de la Aviación del Ejército.

La construcción de este banco de prueba esta basado en la necesidad que posee la Brigada de Aviación de la Fuerza Terrestre para realizar el chequeo de estos polivalentes, ya que en la misma no existe ningún banco para realizar la comprobación de dichos polivalentes.

## **CAPÍTULO III**

### **CONSTRUCCIÓN**

En éste capítulo se establece los diferentes procesos de construcción del banco de prueba para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena, también se realizarán los diferentes diagramas para establecer las pruebas de funcionalidad del banco de prueba.

#### **3.1.- ORDEN DE CONSTRUCCION DEL BANCO DE PRUEBAS.**

Adquisición de materiales y accesorios.

- Tubo cuadrado estructural de 50 x 2mm.
- Tubo rectangular de 25 x 50 x 1
- Planchas de tol de 1/32 0,70.
- Electrodo.
- Manómetros de presión
- Cañerías de aire.
- Acoples.
- Reguladores de presión con filtro.
- Conductores eléctricos.
- Compresor de aire.
- Switch de arranque y parada.
- Disco de pulir para amoladora.
- Garruchas
- Sierras

### **3.1.1.- ESTRUCTURA MÓVIL.**

La estructura de nuestro banco de pruebas esta construida de tubo estructural cuadrado de 50 x 2 mm con una dimensión de 1,48m de largo, 1.02m de ancho, en la misma que se encuentran montados todos los accesorios y componentes, además la parte donde esta asegurado el compresor esta forrado con tol para protegerlo del polvo y montada sobre garruchas que facilitan su movilidad.

En el costado tenemos un acceso por medio de una puerta que permite realizar la inspección y mantenimiento del compresor, conexiones eléctricas, uniones de cañerías y el interior del banco, además sirve para instalar el soporte para el montaje de la consola de los filtros antiarena, el mismo que consta de dos rieles de duraluminio en forma de "c" de 66,5cm de largo en los cuales se asienta la consola por medio de 2 rodamientos posteriores y 4 rodamientos delanteros que sirven para desplazar la consola hacia adelante y atrás.

**Cañerías de alimentación de aire.** Estos elementos están ubicados entre el compresor de aire y la consola, pasando por los respectivos sistemas de indicación y de filtración como son los indicadores de presión y reguladores de presión con filtro.

Para la utilización de estas cañerías se toma en cuenta las especificaciones de estas. Este procedimiento tiene por objeto suministrar información necesaria para las operaciones normales de mantenimiento y funcionamiento.

La identificación de las cañerías se la hace por medio de símbolos y un código de colores que son dados por los fabricantes de este tipo de materiales y tiene por objeto dar una descripción de la función de cada cañería y garantizar la seguridad del personal que trabaja en el área de mantenimiento y especialmente dentro de aviación. A continuación se cita un ejemplo del sistema de codificación de estas cañerías.

### Identificación con referencias de aviso.

Las referencias que representan los símbolos de aviso como por ejemplo las calaveras en la cañería están colocadas después de las referencias fundamentales en todas las cañerías, por eso, es necesario indicar que el contenido es considerado como peligroso para el personal que trabaja en mantenimiento.

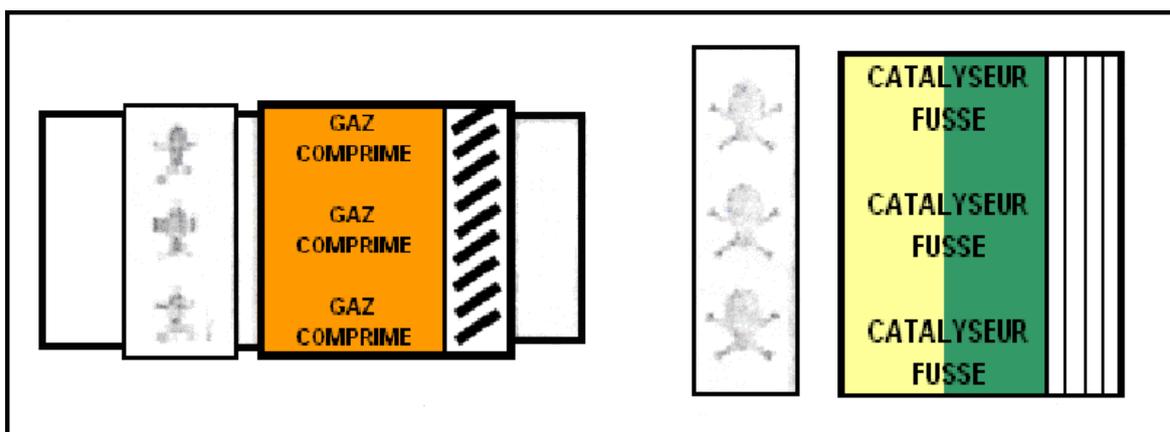


Figura 3.1. Cañerías con símbolo de aviso

### Identificación con referencia para el sentido de flujo.

Esta es una referencia adicional que están colocadas en las cañerías y se caracterizan por indicar el sentido del flujo del contenido de la cañería por medio de flechas.

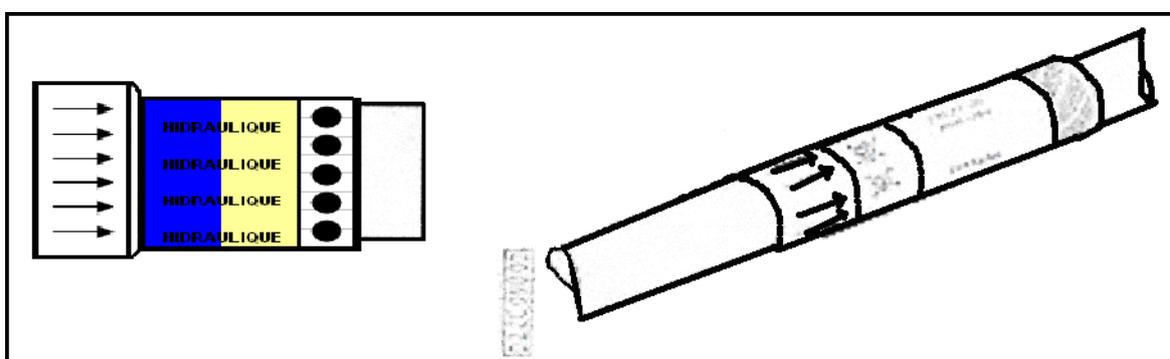


Figura 3.2. Cañerías con sentido de flujo

### Referencia de identificación fundamental.

Esta referencia tiene una dimensión de 25 mm de ancho y tiene los siguientes elementos: El símbolo (a) de la cañería en la figura esta en intervalos regulares o en motivos continuos dentro de una cinta de 7 mm de ancho en el borde de la referencia. La designación (b) de la cañería se realiza en letras de 3 mm de alto, estas designaciones se repiten a intervalos regulares de modo que el espacio entre las líneas no sea superior a dos veces la altura de las letras.

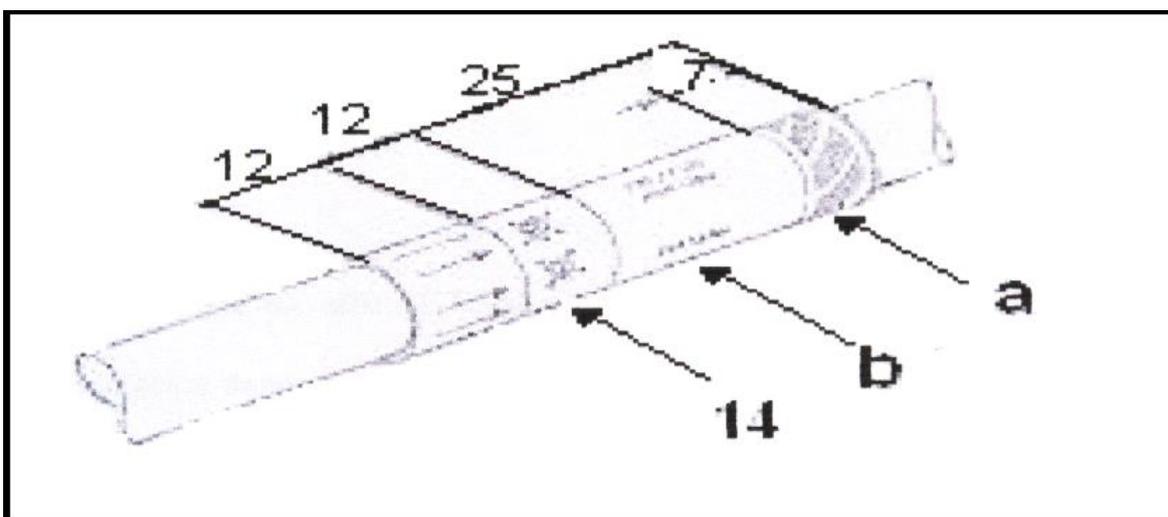


Figura 3.3. Identificación fundamental de las cañerías.

La sección de los colores están codificados por una o varias cifras entre paréntesis por encima de las referencias representadas en las figuras. La codificación de los colores está dado en el cuadro siguiente.

Tabla 3.1. Código de colores.

Color	Referencia
Azul	(1)
Verde	(2)
Amarillo	(3)
Marrón	(4)

Color	Referencia
Anaranjado	(5)
Rojo	(6)
Gris	(7)

**Manómetros de presión.** Son manómetros que miden la presión en una escala de 1 a 100 PSI que están conectados a las líneas de presión mediante acoples en “T”, permitiéndonos medir la presión que envía el compresor hacia los polivalentes de los filtros antiarena realizando el chequeo de los mismos.

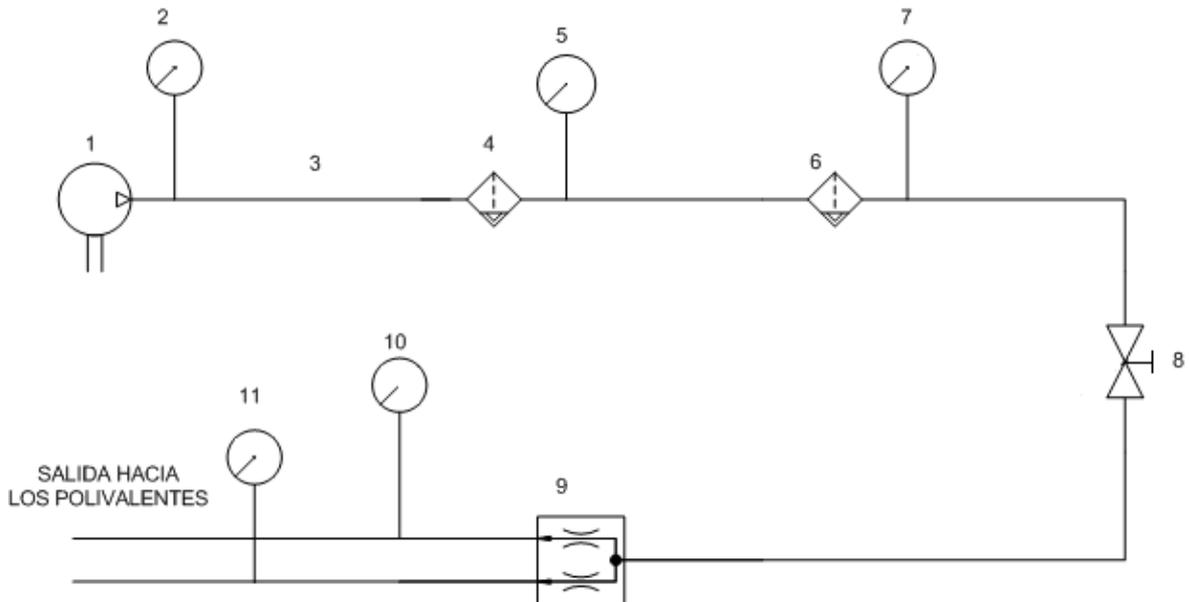
**Reguladores de presión con filtro.** Son dos reguladores de presión con filtro, los mismos que permiten que el aire que sale del compresor hacia los polivalentes este libre de impurezas y de agua. Además tienen una válvula reguladora de presión la misma que nos permite regular y controlar la presión de aire que sale del compresor, uno de ellos esta compuesto de dos sistemas de filtración el uno por medio de un filtro de malla el mismo que recolecta el agua y en su base inferior posee una válvula de purga para drenar el agua que se almacena en el recipiente y el otro por medio de líquido (aceite) el mismo que hace que el agua que se forma en el compresor y sale por las cañerías se quede en el aceite y no pase hacia los polivalentes. El otro regulador de presión posee solamente un sistema de filtración en el cual el agua se almacena en el recipiente del filtro y se drena hacia fuera por medio de una válvula en la base del mismo.

**Compresor.** Es un compresor de aire con las siguientes características técnicas: posee un motor de 2 HP de potencia, el acumulador de aire tiene una capacidad de 6,3 galones, la presión de almacenamiento es de 115 PSI, la corriente de alimentación es de 110 V/60 HZ 15A, las revoluciones de funcionamiento del cabezote es de 3400 RPM. Además posee un sistema de control eléctrico ON /OFF que funciona automáticamente con presión de aire, un conjunto de regulación de presión de salida y dos tomas de distribución de las cuales sólo una de estas se ha utilizado para conducir el aire hacia los módulos y a los polivalentes respectivamente para realizar el chequeo de los mismos.

**Distribuidor de flujo de aire.** Este elemento nos permite realizar la distribución del aire proveniente del compresor hacia los polivalentes de manera independiente permitiendo realizar el chequeo uno por uno de una manera efectiva sin que pueda haber errores al momento de realizar esta operación.

## 3.2.- ESQUEMAS Y CIRCUITOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

### 3.2.1.- Circuito de aire del banco de pruebas.



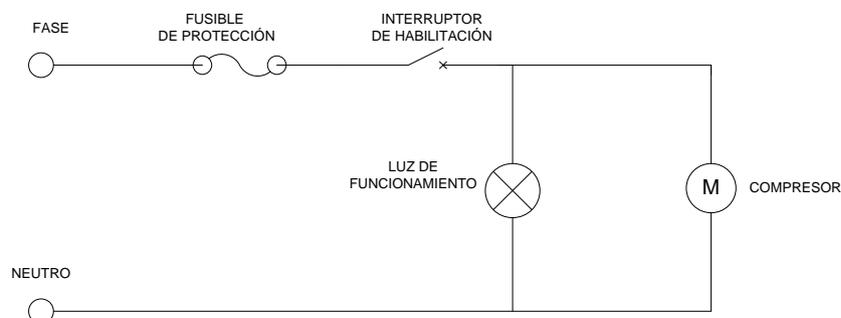
**Figura 3.4.- Esquema del circuito de aire del banco de pruebas.**

- 1.- Compresor de aire.
- 2.- Manómetro de presión.
- 3.- Cañerías.
- 4.- Regulador de presión con filtro purgador; mando automático.
- 5.- Manómetro de presión.
- 6.- Regulador de presión con filtro purgador; mando automático
- 7.- Manómetro de presión.
- 8.- Llaves de paso.
- 9.- Distribuidor de flujo de aire.
- 10.- Manómetro de presión.
- 11.- Manómetro de presión.

**Descripción del circuito del banco.-** El aire que se encuentra almacenado en el compresor a una presión de 115 PSI es dirigido hacia el primer regulador de presión con filtro a 80 PSI, luego por medio de las cañerías se dirige hacia el segundo regulador de presión con filtro en donde la presión se regula a 70 PSI , pasa por una válvula de compuerta que permite el paso de aire hacia el distribuidor de flujo el cual que permite el paso de aire hacia los polivalentes del filtro antiarena accionándolos por medio de un fuelle que hace que éstos salgan y retornen a su posición normal al momento de que la presión de aire que pasa a estos es retirada.

De esta manera se realiza el chequeo del funcionamiento de los polivalentes de los filtros antiarena, el cual nos permite verificar el estado de operación de estos elementos que son muy importantes en la operabilidad de los motores de estas aeronaves.

### 3.2.2.- Circuito eléctrico del banco de pruebas.



**Figura 3.5.- Esquema del circuito eléctrico de control del compresor**

**Descripción del circuito eléctrico.-** El diagrama eléctrico de la fig. 3.5 corresponde al sistema de control que se ha implementado para poder controlar la alimentación de corriente hacia el compresor debido a que este se encuentra en el interior del banco de pruebas y posee un sistema de control eléctrico propio del compresor y para operarlo se debería estar accediendo al compartimiento donde este se encuentra provocando la incomodidad en el personal que se encuentra operando este banco. Es un circuito muy sencillo ya que consta con los elementos

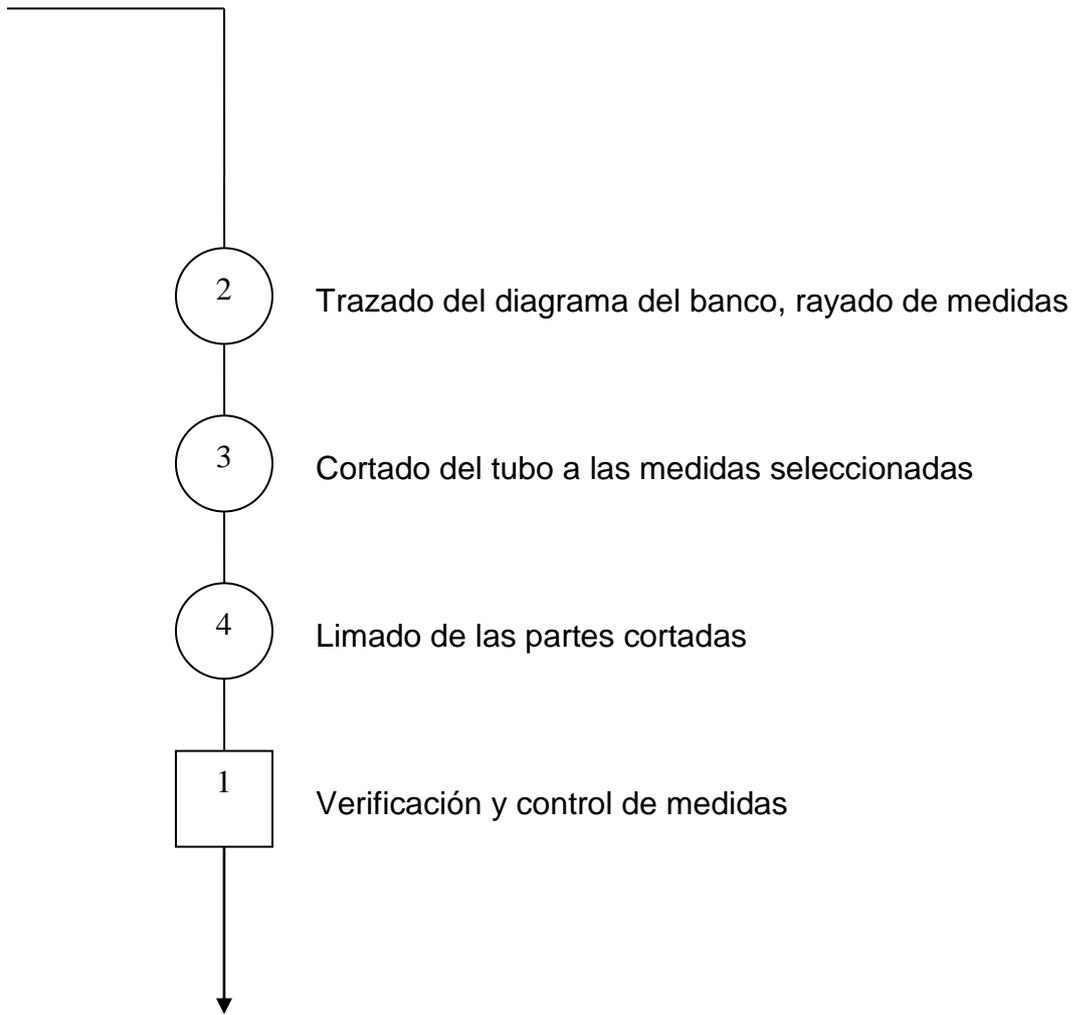
fundamentales de control como son: cable de alimentación, un fusible de protección de 110v/15A, un interruptor de habilitación ON/OFF y una luz de funcionamiento que nos indica que el compresor se encuentra energizado y listo para ponerlo en funcionamiento.

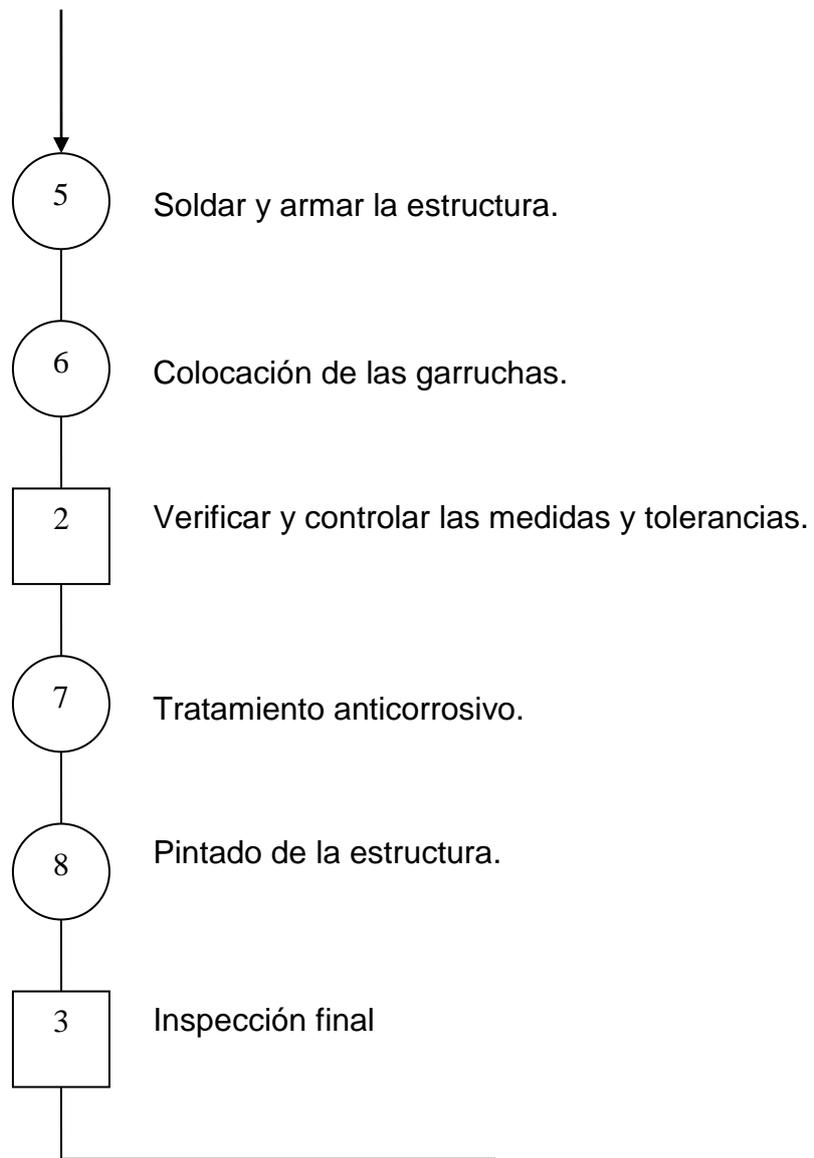
### **3.3.- DIAGRAMAS DE PROCESOS.**

Para poder realizar la construcción del banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena de una manera cronológica hemos realizado el respectivo diagrama de procesos.

#### **3.3.1.- Diagrama de procesos de la estructura.**

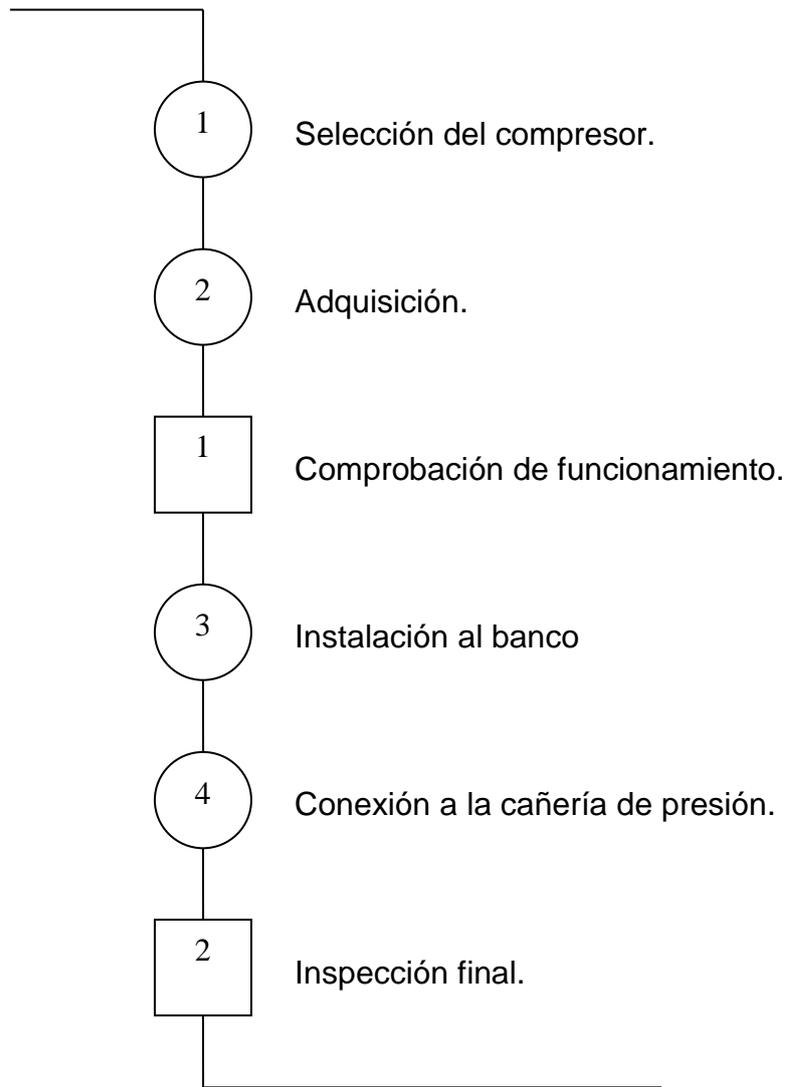
**Material.-** Tubo estructural cuadrado de 50 x 2mm.





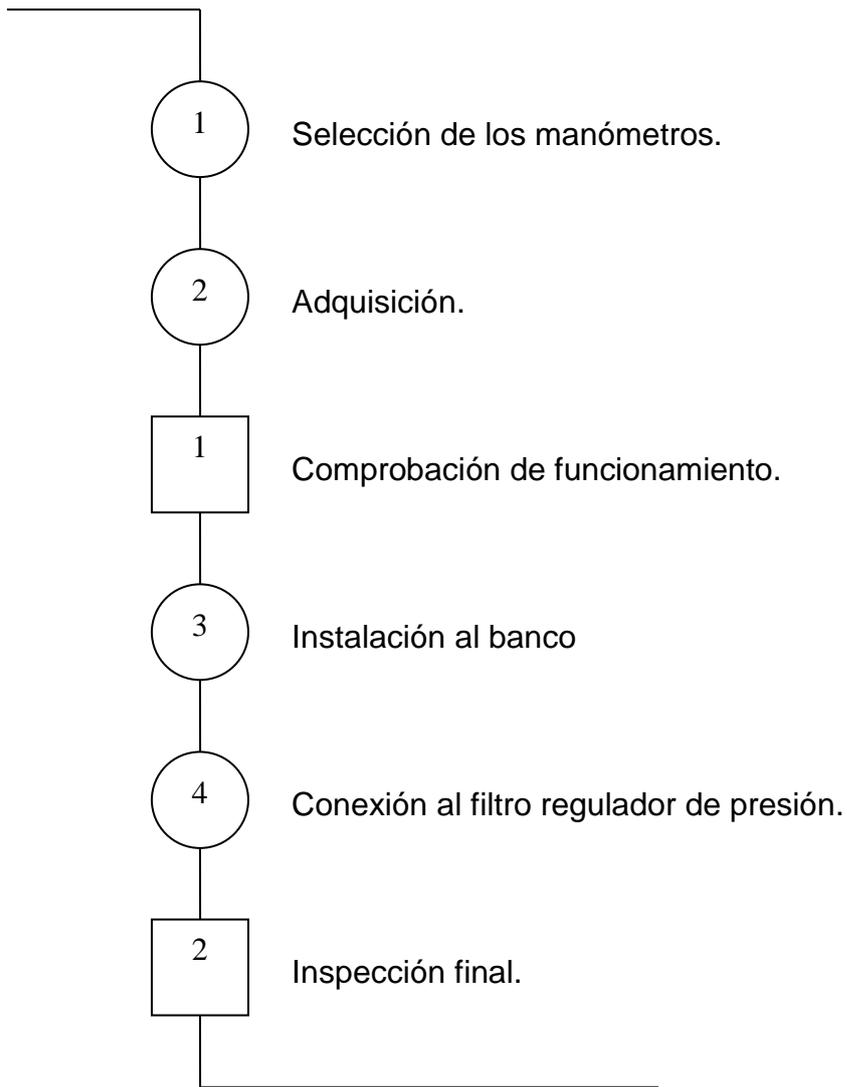
### 3.3.2.- Diagrama de proceso de instalación del compresor de aire.

Compresor.



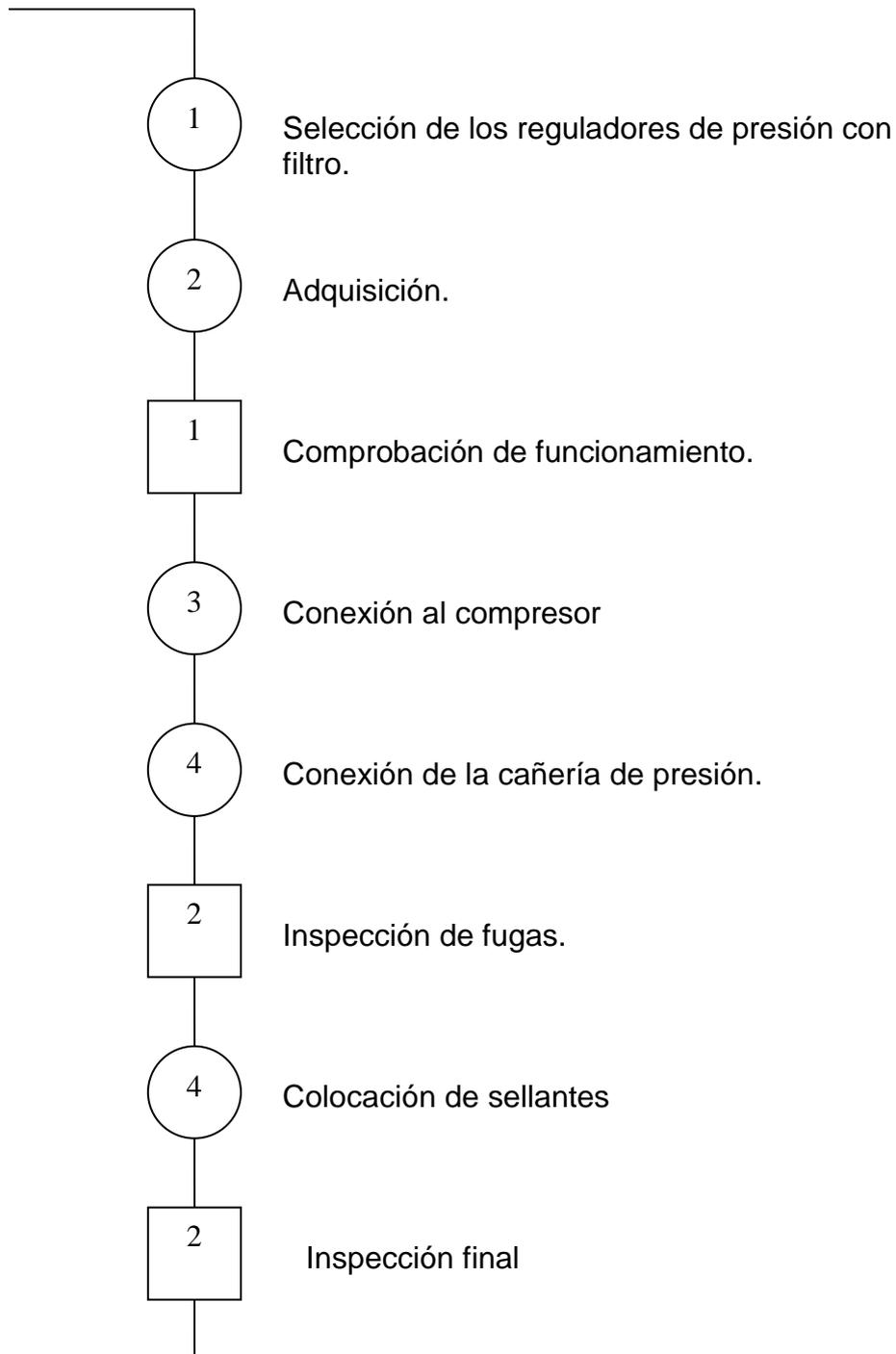
### 3.3.3.- Diagrama de proceso de instalación de los manómetros de presión.

Manómetros.



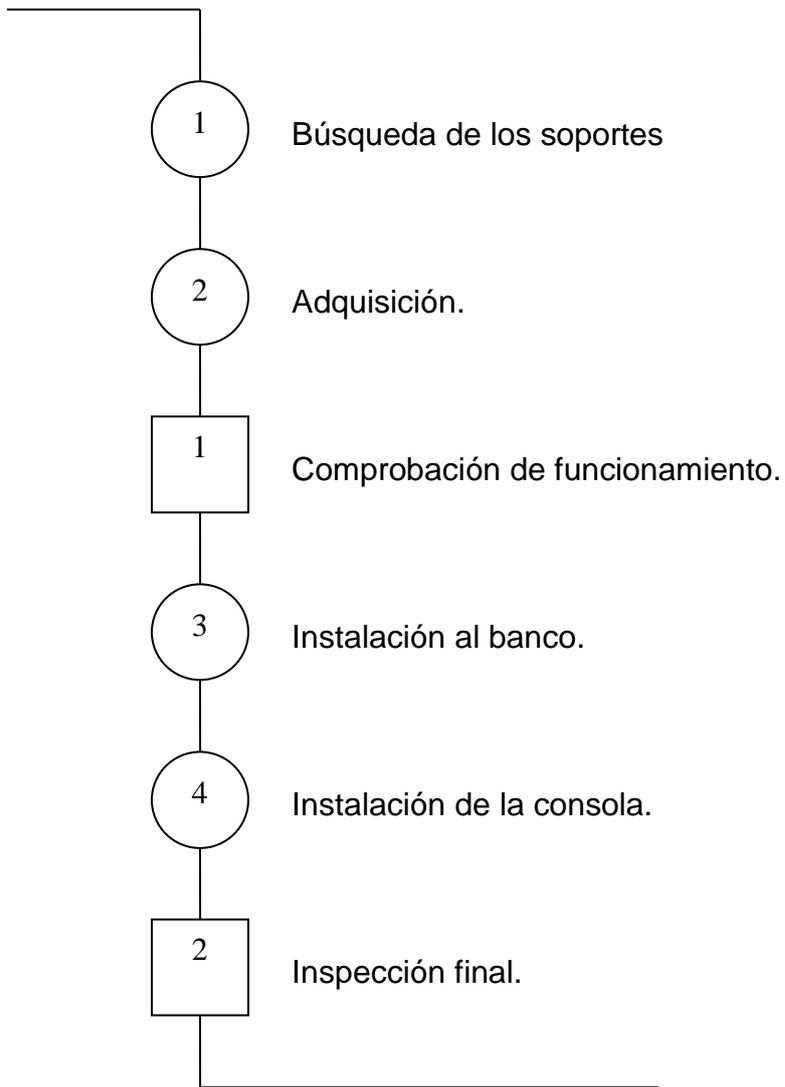
### 3.3.4.- Diagrama de proceso de instalación de los reguladores de presión con filtro.

Reguladores de presión con filtro.



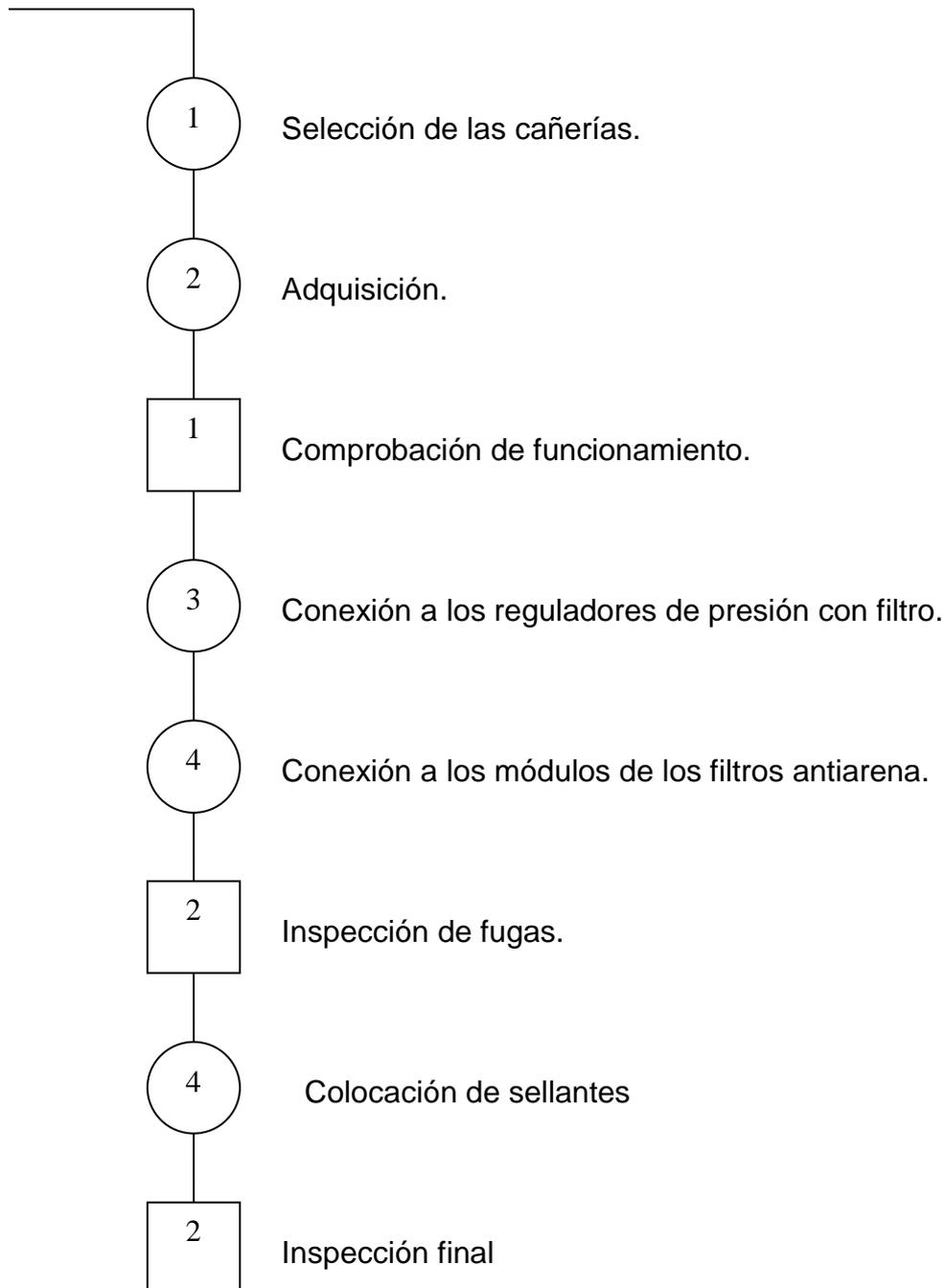
### 3.3.5.- Diagrama de proceso de instalación del soporte de la consola de los filtros antiarena.

Soporte de la consola de los filtros antiarena.



### 3.3.6.- Diagrama de instalación de las cañerías de alimentación de aire.

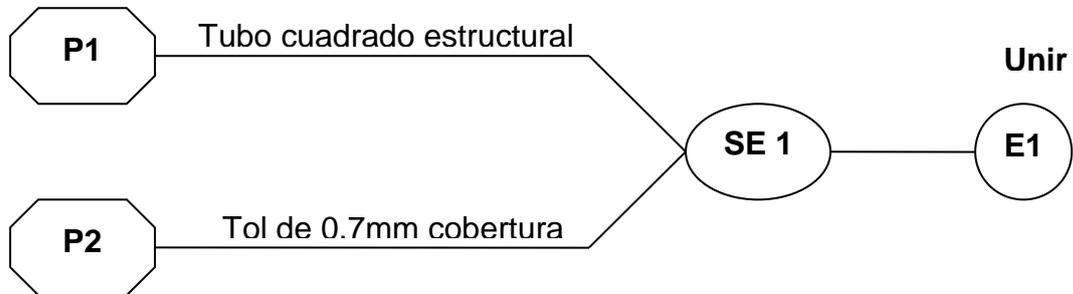
Cañerías de alimentación de aire.



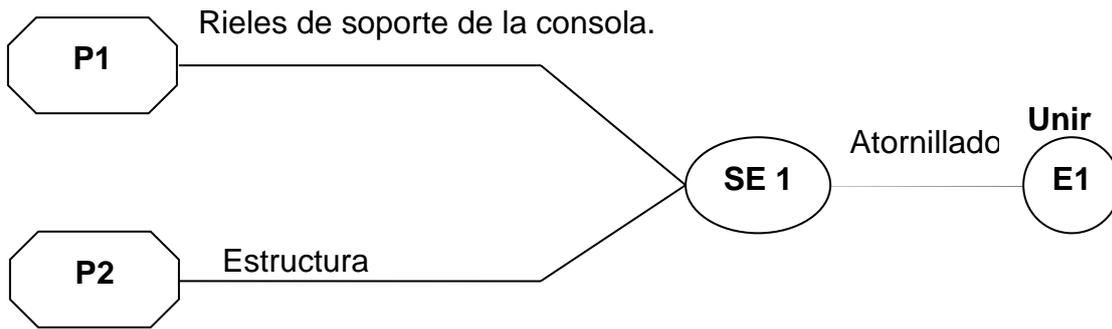
### 3.4.- DIAGRAMAS DE ENSAMBLE.

Para proceder a realizar el ensamble de todos los elementos que conforman el banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena, se lo hará con mucha precaución debido a que debemos ensamblarlos con mucha precisión por tener elementos que podrían presentar fugas al conectarlos.

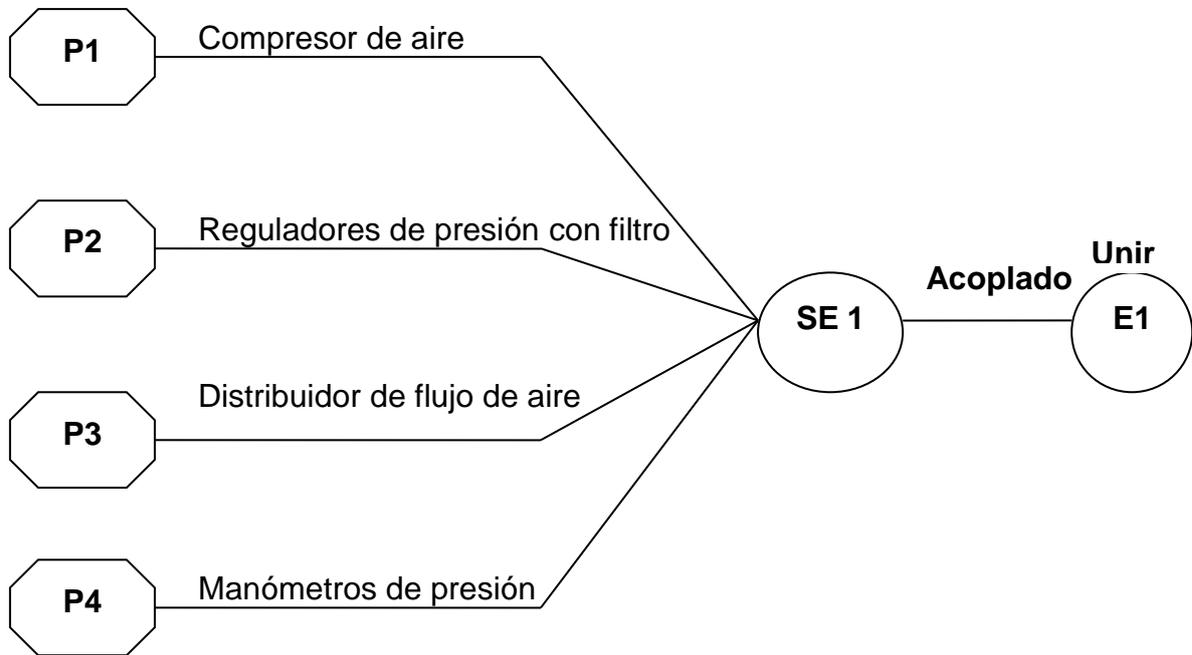
### 3.4.1.- Diagrama de ensamble de la estructura.



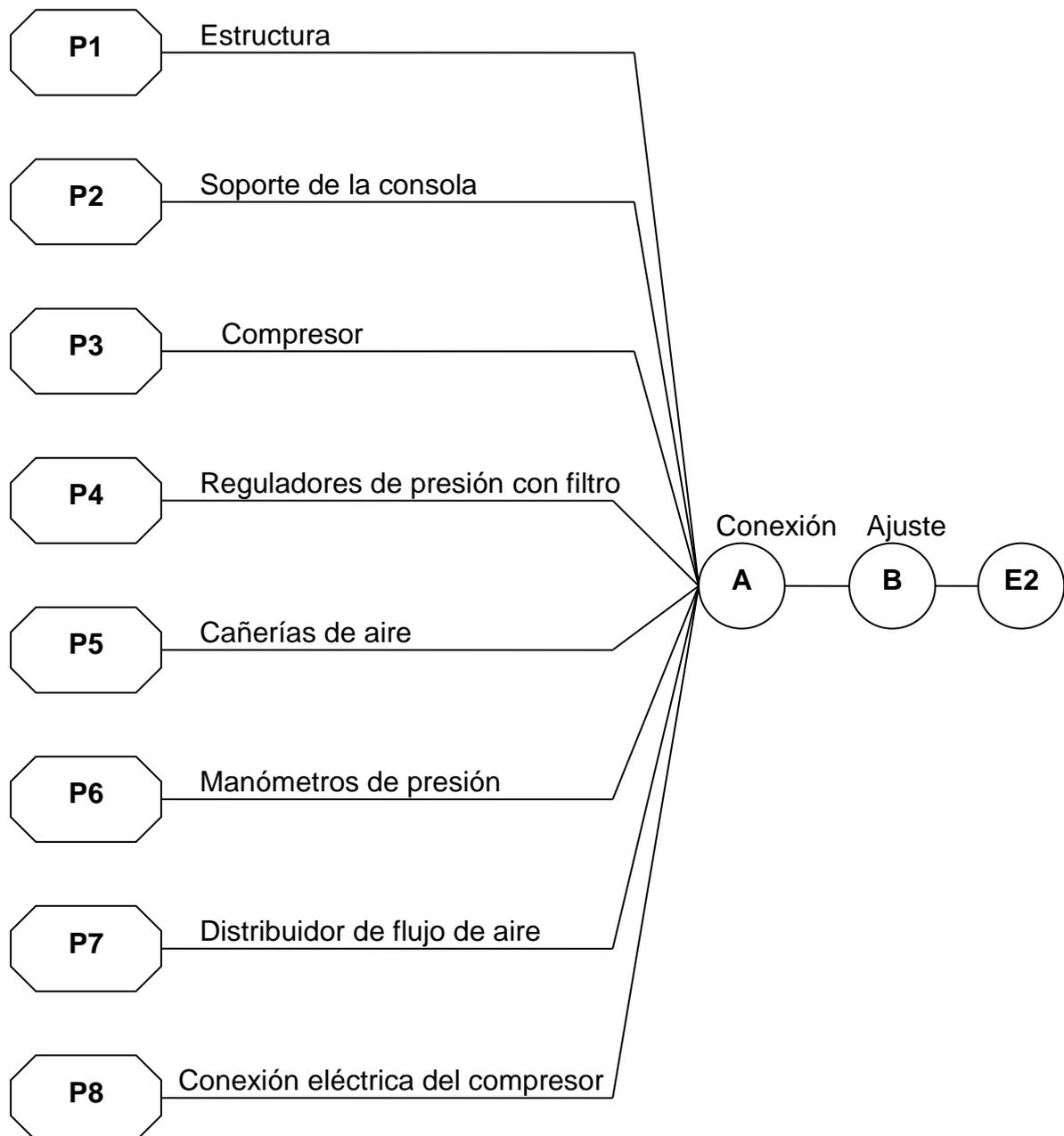
### 3.4.2.- Diagrama de ensamble de las rieles soporte de la consola.



**3.4.3.- Diagrama de ensamble de las cañerías y compresor.**



### 3.4.4.- Diagrama de ensamble final.



### 3.5.- CHEQUEO DEL ESTADO DE LOS ELEMENTOS DEL BANCO.

Una vez construido el banco de pruebas y sus respectivos elementos se encuentran correctamente ensamblados, se procede a verificar la operatividad de cada uno.

### **Elementos que conforman el banco de pruebas.**

En la siguiente tabla se encuentran los elementos que conforman el banco, su estado y funcionamiento de los mismos.

**Tabla 3.2.- Estado de los elementos del banco.**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO</b>	<b>CONDICIÓN DE ENSAMBLE</b>
Estructura en tubo cuadrado estructural	√	√
Ruedas	√	√
Base de la consola	√	√
Cañerías	√	√
Acoples	√	√
Reguladores de presión	√	√
Manómetros de presión	√	√
Compresor de aire	√	√

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento de todos los elementos, se determina que el banco de pruebas se encuentra en perfectas condiciones de funcionamiento y operabilidad.

## **CAPÍTULO IV**

## ELABORACIÓN DE MANUALES

Para la realización de este capítulo nos hemos propuesto realizar un análisis de las normas de seguridad que todos los técnicos de mantenimiento debemos tomar en cuenta para realizar cualquier tipo de trabajo dentro del mantenimiento que se realiza en el área aeronáutica, o en otro tipo de actividades laborales.

Además es muy necesario tomar en cuenta todas las medidas de seguridad y precauciones para evitar todo tipo de accidentes al momento de realizar un determinado tipo de trabajos. Obteniendo un trabajo de calidad, precautelando la seguridad del personal y sus vidas y además de los recursos materiales.

### 4.1.- PARÁMETROS DE SEGURIDAD Y PRECAUCIONES.

Entre los parámetros de seguridad y las precauciones que se deben tomar en cuenta para la realización de cualquier tipo de trabajo tenemos los siguientes:

- Evitar la utilización de cadenas, pulseras, anillos, relojes de mano u otro tipo de objetos, cuando se va a realizar algún tipo de trabajo, ya que estos pueden ocasionar accidentes graves.
- Se debe utilizar equipo de protección personal, como orejeras, por cuanto el ruido que produce el compresor puede ser causa de una enfermedad profesional como es la sordera.

**4.1.1.- Accidente.-** Es todo acontecimiento imprevisto fuera de control e indeseado que interrumpe el desarrollo normal de una actividad, este se puede producir por condiciones inseguras relacionadas con el orden físico, maquinas herramientas, equipos, etc. Y por actos inseguros inherentes a los factores humanos. Los accidentes que producen lesiones son casi siempre evitables.

**4.1.2.- Lesión.-** Daño físico producto de un accidente que puede sufrir una persona, consecuencia de una serie de factores cuyo resultado es el accidente

que se puede producir. Debemos considerar que el accidente no implica una lesión, pero toda lesión si se considera un accidente.

**4.1.3.- Condición Insegura.-** Es la condición del agente causante del accidente el mismo que pudo y debió protegerse o resguardarse para evitar el accidente, ejemplos:

Iluminación, ventilación, equipo de protección defectuosos, agentes protegidos deficientemente.

**4.1.4.- Acto Inseguro.-** Trascusión de un procedimiento aceptado como seguro, el cual provoca determinado tipo de accidente como puede ser: operar un equipo sin la debida autorización, no estar con el equipo de seguridad y protección adecuado y uno de los factores que puede ser muy importante como es la distracción al momento de estar operando un equipo o herramienta de trabajo.

**4.1.5.- Factor Personal Inseguro.-** Es toda característica mental o física que puede ocasionar un acto inseguro como pueden ser:

Defectos físicos: como la falta de audición, falta de visibilidad, la fatiga, etc.

Falta de conocimiento acerca de las normas de seguridad.

Se debe tener en cuenta que al realizar un trabajo con seguridad no es simplemente la situación de seguridad sino más bien es una situación de bienestar personal. Es por esta razón que durante el desarrollo y operación de este proyecto hemos creído muy importante tomar en consideración todas las normas de seguridad, las mismas que nos garanticen un trabajo de calidad.

Además debemos considerar una serie de normas y medidas de prevención con el fin de reducir al máximo las causas que puedan ocasionar un accidente en el transcurso de la construcción y operación del banco de pruebas. Un factor muy importante a considerar durante el desarrollo de nuestro proyecto es la comunicación con el personal que esta trabajando en el mismo sector, por cuanto la comunicación permite eliminar muchas de las causas que podrían ocasionar acciones inseguras y por consiguiente un accidente.

Otro de los factores considerado como importante dentro de todo tipo de trabajo es el factor humano, ya que es único y este no se puede reemplazar ni reparar, esta es la razón por la cual debemos protegernos correctamente tomando en cuenta todas aquellas normas de seguridad adquiridas anteriormente. Ya que cualquier tipo de lesión o accidente producido dentro del ambiente de trabajo influye directamente sobre el individuo afectado e indirectamente sobre su familia.

También es muy importante que se haga conciencia de la importancia que tiene la prevención de accidentes de trabajo, es más fácil eliminar la cadena de causas que llevarían a que un accidente se produjera antes que enfrentar el resultado de estas. Tomaremos en cuenta las siguientes recomendaciones:

- No operar equipos y herramientas sin la debida autorización.
- Utilizar todos los dispositivos de seguridad.
- Se debe emplear el equipo y las herramientas adecuadas.
- No exponerse al peligro sin necesidad,
- No distraer al personal que se encuentra trabajando en el sector.

#### **4.2.- DESCRIPCIÓN DE MANUALES.**

Para realizar una buena operación del banco de prueba para el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena se tiene que aplicar los siguientes manuales con el propósito de evitar fallas, accidentes y demás situaciones que pueden presentarse en este banco de prueba; así como los problemas que se presenten con los operarios en el área de trabajo.

#### **4.3.- TIPOS DE MANUALES**

A continuación se da a conocer los diferentes manuales que se aplica en el banco de prueba para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena para su correcta operación y funcionamiento dentro del proceso de inspección y verificación de funcionamiento de los módulos que conforman los filtros antiarena..

- Manual de Seguridad (MS).
- Manual de Operación (MO).
- Manual de Mantenimiento (MM).
- Hoja de Registros (HR).

#### **4.3.1.- MANUAL DE SEGURIDAD.**

Este es un manual en el cual se da a conocer todas las precauciones de seguridad que se debe tomar en cuenta para evitar cualquier tipo de accidentes que pueda causar lesiones al personal que se encuentra trabajando, durante la operación y mantenimiento de este banco de prueba para el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena.

<b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>	<b>Pág. : 1 de 2</b>
	<b>SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBAS</b>	

	<b>PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICOPTEROS PUMA Y SUPER PUMA.</b>		<b>Código:</b> AE-BPPSP1-MS
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Iñacasha Raúl		<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Sgop. Eco. Ochoa Kléber	<b>Fecha:</b> 2006-01-10	<b>Fecha:</b> 2006-01-10
<p><b>1.- OBJETIVO</b></p> <p>Documentar el proceso de seguridad para evitar cualquier tipo de lesiones y accidentes que se pueden presentar durante la operación y manipulación del banco de pruebas.</p> <p><b>2.- ALCANCE</b></p> <p>Mantener el correcto funcionamiento del banco de pruebas, previniendo cualquier tipo de accidentes para conservar la integridad del factor mecánico y especialmente del factor humano ya que en este se encuentra involucrado todo el personal que realiza las labores de mantenimiento.</p> <p><b>3.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <p>Ordenes Técnicas de los helicópteros Puma Y Super Puma. Manual de Técnicas Corrientes y mantenimiento del modulo de los filtros antiarena. Manual de Seguridad e Higiene Industrial.</p> <p><b>4.- DEFINICIONES</b></p> <p><b>Seguridad.-</b> Sector de la seguridad y la salud pública que se ocupa de proteger la salud de los trabajadores, controlando el entorno del trabajo para producir o eliminar riesgos que puedan producir algún tipo de accidente.</p> <p><b>5.- PROCEDIMIENTOS.</b></p> <p><b>a.-</b> Antes de realizar un trabajo tome todas las medidas de seguridad necesarias para evitar algún tipo de lesión.</p> <p><b>b.-</b> Realizar una inspección visual de todo el banco para detectar la existencia de algún tipo de daño, antes de realizar el trabajo.</p> <p><b>c.-</b> Utilizar protectores de oídos cuando el compresor este funcionando porque la exposición prolongada al ruido puede afectar al oído y provocar sordera.</p>			
<b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE SEGURIDAD</b>		<b>Pág. : 2 de 2</b>
	<b>SEGURIDAD DEL BANCO DE PRUEBAS</b>		

	<b>PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICOPTEROS PUMA Y SUPER PUMA.</b>		<b>Código:</b> AE-BPPSP2-MS
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Iñacasha Raúl		<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Sgop. Eco. Ochoa Kléber	<b>Fecha:</b> 2006-01-10	<b>Fecha:</b> 2006-01-10
<p><b>d.-</b> Realizar el chequeo del sistema eléctrico del banco de pruebas para verificar que no existan cables pelados y pueda provocar accidentes por choque eléctrico.</p> <p><b>e.- Precauciones que debe tomar el personal que ejecuta los trabajos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No utilizar zapatos que tengan partes metálicas.</li> <li>- No arrastrar, rozar o lanzar el cable de alimentación eléctrica hacia el compresor.</li> <li>- Al momento de transportar el banco de prueba se debe tener cuidado de no golpear el compresor y sus elementos.</li> <li>- No se debe encender el compresor en un lugar cerrado, se lo hará en un lugar descubierto.</li> <li>- Utilizar equipo protector que evite la conducción de corriente eléctrica como guantes, zapatos con suela de goma, etc.</li> <li>- No manipular el sistema eléctrico del banco de pruebas con ropa o materiales que puedan ser conductores de la electricidad.</li> </ul> <p><b>6.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD.-----.</b></p>			

#### 4.3.2.- MANUAL DE OPERACIÓN

Con este manual se da a conocer el procedimiento de operación y manejo que tiene el banco de prueba para el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena; sirve para realizar un chequeo completo de los polivalentes de los filtros antiarena y de los componentes que conforman la consola del sistema multipropósito de los helicópteros Puma y Super Puma de la Brigada de Aviación de la Fuerza Terrestre.

<b>ITSA</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>	<b>Pág. : 1 de 2</b>
	<b>OPERACION DEL BANCO DE PRUEBAS</b>	

	<b>PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICOPTEROS PUMA Y SUPER PUMA.</b>		<b>Código:</b> AE-BPPSP1-MO
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Iñacasha Raúl		<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Sgop. Eco. Ochoa Kléber	<b>Fecha:</b> 2006-01-10	<b>Fecha:</b> 2006-01-10
<p><b>1.- OBJETIVO</b></p> <p>Documentar el procedimiento de operación y manipulación del banco de pruebas para obtener un correcto funcionamiento y eficiencia del mismo.</p> <p><b>2.- ALCANCE</b></p> <p>En estos procedimientos de operación están involucrados todo el personal del área de mantenimiento que vaya a realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena en el banco de pruebas.</p> <p><b>3.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA</b></p> <p>Ordenes Técnicas de los helicópteros Puma Y Super Puma. Manual de Técnicas Corrientes y mantenimiento de los filtros antiarena. Manual de Mantenimiento de los helicópteros respectivamente.</p> <p><b>4.- CARACTERISTICAS TÉCNICAS</b></p> <p><b>4.1.-</b> Presión de funcionamiento</p> <p><b>5.- NORMAS DE OPERACION.</b></p> <p><b>5.1.-</b> Instalar la consola de los filtros antiarena que va a ser chequeado en las rieles del banco de pruebas y empújelo hacia atrás para que los acoples queden fijos en los orificios que conducen el aire a los polivalentes.</p> <p><b>5.2.-</b> Verifique que todos los acoples estén perfectamente conectados y que no exista fugas de aire por las cañerías.</p> <p><b>5.3.-</b> Conecte el compresor a una fuente de energía de 110V AC.</p> <p><b>5.4.-</b> Verifique el perfecto estado del fusible.</p> <p><b>5.5.-</b> Ponga el switch en <b>ON</b> para poner en funcionamiento el compresor para acumular aire.</p> <p><b>5.6.-</b> Una vez que el compresor se ha cargado y el módulo se encuentra instalado verifique la presión de aire que existe en los manómetros de los dos filtros reguladores de presión.</p>			
<b>MANUAL DE OPERACIÓN</b>			

	<b>OPERACION DEL BANCO DE PRUEBAS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICOPTEROS PUMA Y SUPER PUMA.</b>		<b>Pág. : 2 de 2</b>
			<b>Código:</b> AE-BPPSP2-MO
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Ñacasha Raúl		<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Sgop. Eco. Ochoa Kléber	<b>Fecha:</b> 2006-01-10	<b>Fecha:</b> 2006-01-10

5.7.- Verificada la presión de aire que debe ser de 80 PSI, gire la llave de paso de aire a la posición abierta para que este se dirija hacia el distribuidor de dos vías y dos posiciones accionado manualmente.

5.8.- El distribuidor de flujo en la posición L1 enviará el aire a presión pasando por uno de los manómetros de presión hacia el polivalente Izquierdo y en la posición L2 el aire se dirigirá pasando por el otro manómetro hacia el polivalente Derecho.

5.9.- Una vez que se ha realizado el chequeo de los polivalentes de manera independiente se corta el paso de aire llevando la llave de paso a la posición cerrado.

5.10.- Luego de haber concluido con este procedimiento lleve el switch de encendido del compresor a la posición **OFF** y proceda a desinstalar la consola halándola hacia adelante para que se desconecte de los acoples y quede libre.

5.11.- Una vez que la consola haya quedado desconectada de los acoples proceda el desmontaje de la misma del banco siguiendo los procedimientos que manda el manual de mantenimiento para el montaje y desmontaje de la consola del helicóptero

**6.- PRECAUCIONES.**

6.1.- Para realizar el montaje y desmontaje de la consola tanto del helicóptero como del banco de pruebas se debe utilizar el personal y las herramientas requeridas para este tipo de operaciones.

6.2.- El personal mínimo requerido para la realización del chequeo de los polivalentes deberá ser de dos personas, el un hombre operando el banco de pruebas y el otro colocado en la parte delantera de la consola para verificar el correcto funcionamiento de los polivalentes.

6.3.- Luego de haber realizado la operación de chequeo se debe tener la precaución de llevar todos los switches a la posición **OFF** y las llaves de paso a la posición **CERRADO**.

**7.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD.....**

**4.3.3.- MANUAL DE MANTENIMIENTO**

Para cada maquinaria, equipo o herramienta existe un manual de mantenimiento, el mismo que sirve para mantener un buen estado de los mismos evitando problemas externos como son las rajaduras, problemas de oxidación y otros fenómenos que afectan al buen funcionamiento de los elementos que los conforman.

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	
--	--------------------------------	--

	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICOPTEROS PUMA Y SUPER PUMA.</b>		Pág. : 1 de 2
			Código: AE-BPPSP1-MM
	Elaborado por: Cbop. Ñacasha Raúl		Revisión No. 1
	Aprobado por: Sgop. Eco. Ochoa Kléber	Fecha: 2006-01-10	Fecha: 2006-01-10

### 1.- OBJETIVO

Documentar el procedimiento de mantenimiento para el correcto funcionamiento del banco de pruebas.

### 2.- ALCANCE

Mantener el buen funcionamiento del banco de pruebas, para su perfecto funcionamiento.

### 3.- DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Ordenes Técnicas del helicóptero Super Puma.  
Manual de Técnicas Corrientes y Mantenimiento del Helicóptero.

### 4.- DEFINICIONES.

**Mantenimiento.-** Conservación y preservación normales del equipo como consecuencia del trato, uso, desgaste y deterioro. Para mantener las prestaciones, el potencial y la disponibilidad del equipo por encima del nivel mínimo admisible.

### 5.- PROCEDIMIENTOS.

- a) Llevar un control minucioso del mantenimiento, que se ha planificado dentro de los parámetros normales realizando los respectivos registros.
- b) Realizar una inspección visual del banco para detectar que no exista algún tipo de fugas, antes de realizar una práctica.
- c) Realizar una limpieza general del banco, para evitar la contaminación con agentes extraños.
- d) Verificar que no exista rozamiento de las cañerías con la estructura del banco, para evitar el deterioro de las mismas.

<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO</b>	
--------------------------------	--

	<b>MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICOPTEROS PUMA Y SUPER PUMA.</b>		Pág. : 2 de 2
			Código: AE-BPPSP2-MM
	Elaborado por: Cbop. Ñacasha Raúl		Revisión No. 1
	Aprobado por: Sgop. Eco. Ochoa Kléber	Fecha: 2006-01-10	Fecha: 2006-01-10

- e) Verifique los acoples y puntos de uniones de los elementos que conforman el banco de pruebas después de efectuar una operación de chequeo de los módulos de los filtros antiarena.
- f) Verifique que el aceite del motor del compresor este en un nivel óptimo caso contrario se deberá completar el nivel óptimo con aceite para motor de tres tiempos.
- g) Realizar el drenado del compresor de aire antes de cada operación de chequeo para drenar toda el agua que se puede acumular en el interior del tanque de almacenamiento de aire.
- h) Realizar un mantenimiento preventivo a las 20 horas de funcionamiento controlando los siguientes aspectos.
  - 1. Mantenimiento según estado o condición del banco de pruebas.
  - 2. Realizar los pasos mencionados anteriormente.
  - 3. En caso de existir aire en el compresor, drenarlo completamente, evitando así la formación y presencia de agua en el sistema.
- i) A las 40 horas de funcionamiento realizar un mantenimiento más minucioso en el cual podemos realizar las siguientes actividades.
  - 1. Limpieza de toda la superficie del banco de pruebas si estas se encuentran demasiado sucias o grasientas, efectuar una limpieza preliminar con un disolvente limpio o con alcohol.
  - 2. Drenar todo el aire del compresor.
  - 3. Realizar una limpieza y verificación completa de todo el sistema eléctrico del banco de pruebas.
  - 4. Realizar una prueba para verificar el buen funcionamiento y la operabilidad del banco de pruebas tomando en cuenta los parámetros de operabilidad.
  - 5. Verificar el estado del aceite del motor del compresor y cambiarlo si es necesario (Aceite para motor de tres tiempos).

**6.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD.-----.**

#### 4.3.4.- HOJA DE REGISTRO

Para llevar una correcta información del banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena y su manejo se ha ideado una hoja de registros la misma que almacena información del modo de operación, las fallas o errores que se presenten durante el proceso de verificación de los polivalentes y la consola.

	<b>HOJA DE REGISTROS</b>	
--	--------------------------	--

	<b>HOJA DE REGISTROS DEL BANCO DE PRUEBAS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DE LOS POLIVALENTES DE LOS FILTROS ANTIARENA DE LOS HELICOPTEROS PUMA Y SUPER PUMA.</b>		<b>Pág. : 1 de 4</b>
			<b>Código:</b> AE-BPPSP1-HR
	<b>Elaborado por:</b> Cbop. Iñacasha Raúl		<b>Revisión No. 1</b>
	<b>Aprobado por:</b> Sgop. Eco. Ochoa Kléber	<b>Fecha:</b> 2006-01-10	<b>Fecha:</b> 2006-01-10

**REGISTRO**

**UTILIZACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

Solicitado por:  
Fecha de inicio:  
Fecha de finalización:  
Total horas de servicio:  
No.:                      Actividad:  
Descripción:

Observaciones: .....

.....

.....

**4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_







## **CAPÍTULO V**

### **ESTUDIO ECONÓMICO**

Para la elaboración de este capítulo es necesario tomar en cuenta todos los costos de los materiales, y en sí todo lo utilizado en la construcción del banco de prueba para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena de los helicópteros Puma y Super Puma, para poder realizar a continuación un análisis económico y financiero de nuestro proyecto.

#### **5.1.- PRESUPUESTOS.**

Durante la investigación realizada antes de la construcción del banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena de los helicópteros Puma y Super Puma, se pudo establecer un presupuesto de 669,40 USD.

#### **5.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO.**

Para realizar el análisis económico se toma en consideración los precios de cada uno de los materiales en el mercado. El tipo de maquinarias, equipos y herramientas empleadas para la construcción, considerando también un factor muy importante, que es el humano, es decir la mano de obra utilizada.

En la construcción del banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena se tomó como base cuatro parámetros o rubros fundamentales en los que se invertirá económicamente que son:

1. Materiales
2. Maquinaria, herramientas y equipos.
3. Mano de obra.
4. Otros.

### 5.2.1.- MATERIALES

Comprende todos los rubros invertidos en los materiales adquiridos para la construcción del banco de pruebas los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

### 5.1.-TABLA DE MATERIALES USADOS PARA LA CONSTRUCCION DEL BANCO DE PRUEBAS.

No	DETALLE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (En dólares)	COSTO TOTAL (En dólares)
1	Tubo estructural cuadrado de 50 x 2 mm.	4	19,50	78,00
2	Manómetro de presión de 100 PSI.	2	15,00	30,00
3	Regulador de presión con filtro	2	18,00	36,00
4	Compresor de aire de 2HP	1	110,00	110,00
5	Acoples de 1/4 para cañerías de bronce	10	2,00	20,00
6	Garruchas fijas	2	2,00	4,00
7	Garruchas móviles	2	2,50	5,00
8	Teflón	3	0,50	1,50
9	Electrodos E-6011(libras)	9	1,50	13,50
10	Cañerías de cobre de 1/4 (metros)	3	1,50	4,50
11	Distribuidor de aire de dos vías	1	9,00	9,00

12	Tubo rectangular 25 x 50 x 1	1	6,61	6,61
13	Plancha de tol 1/32 0,70	2	16,52	33,04
14	Pintura amarilla (litros)	1	3,45	3,45
15	Llave de paso	1	4	4,00
16	Tiner (litros)	2	1,50	3,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 361,60</b>

### 5.2.2.- MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Para construir este banco de pruebas, se utilizaron maquinarias, equipos y herramientas, que están localizados en los laboratorios del ITSA, de los que han sido tomados en cuenta los costos por cada hora de operación.

### 5.2.- TABLA DE COSTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO EN LA CONSTRUCCION.

No.	DETALLE	TIEMPO (Horas)	Costo - Hora	SUB TOTAL (En dólares)
1	Cizalla eléctrica	10	4,00	40,00
2	Taladro	15	2,00	30,00
3	Dobladora	4	1,50	6,00
4	Máquina de soldar	10	4,00	40,00
5	Amoladora	10	1,50	15,00
6	Equipo de pintura	5	4,00	20,00
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 151,00</b>

### 5.2.3.- MANO DE OBRA

Los costos de la mano de obra comprende principalmente el ensamble de las partes que están formando el banco de pruebas, también esta incluido la manipulación de las máquinas y equipos utilizados para la construcción de este proyecto.

### 5.3.- TABLA DE COSTOS DE LA MANO DE OBRA.

No.	DETALLE	SUB TOTAL (En dólares)
1	Trazado	15,00
2	Cortado y soldado	40,00
3	Doblado	30,00
4	Montaje de los elementos	25,00
5	Pintado	35,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 145,00</b>

### 5.2.4.- OTROS

En este parámetro se toma en cuenta los rubros comprendidos en gastos imprevistos como son los materiales utilizados para las pruebas de funcionamiento, costos de impresiones, internet, planos, transporte, etc.

#### 5.4.- TABLA DE COSTOS DE OTROS GASTOS

No.	DETALLE	SUB TOTAL (En dólares)
1	Impresiones	20,00
2	Hojas de papel para impresión	10,00
3	Empastados	20,00
4	Imprevistos	50,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 100,00</b>

#### 5.2.5.- COSTO TOTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL BANCO

En este parámetro vamos a dar a conocer cuál es el costo total de la construcción del banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena.

#### 5.5.- TABLA DEL COSTO GENERAL DEL BANCO

ORD.	DETALLE	VALOR EN DÓLARES
1	Materiales	361,60
2	Maquinaria y equipo	151,00
3	Mano de obra	145,00
4	Otros	100,00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 757,60</b>

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1.- Conclusiones

1. La investigación realizada acerca de la constitución del banco de pruebas permite establecer requerimientos técnicos, que produzcan un banco de pruebas en condiciones estándar de funcionamiento.
2. El diseño de las partes que conforman el banco de pruebas, estableció alternativas de construcción, para lo cual se tomó la alternativa más conveniente.
3. La elaboración de los manuales de seguridad, mantenimiento, operación, hojas de registro, y pruebas de funcionamiento realizadas son esenciales para el perfecto estado de funcionamiento y operabilidad del banco de pruebas.
4. La construcción del banco de pruebas para realizar el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena de los helicópteros Puma y Super Puma, con materiales y equipos de adquisición nacional, permite considerar la opción de seguir realizando este tipo de proyectos según los requerimientos de los talleres de mantenimiento aeronáutico
5. Este proyecto es muy conveniente dentro de las operaciones de mantenimiento que se realiza en las instalaciones de la Aviación del Ejército, el mismo que se encuentra en óptimas condiciones de operabilidad y funcionamiento para poder realizar los chequeos de estos polivalentes de una manera correcta y obtener los resultados deseados.

## **6.2.- Recomendaciones**

1. Como una de las recomendaciones es que se debe fomentar e incrementar la investigación y elaboración de este tipo de proyectos, para realizar el chequeo de los diversos elementos de las aeronaves con materiales de fácil adquisición nacional, evitando que los mismos sean enviados fuera del país.
2. Para un perfecto uso y funcionamiento del banco de pruebas se debe observar estrictamente los manuales, los mismos que nos permitirán evitar contratiempos como la pérdida de tiempo y recursos, además para prevenir accidentes.
3. Impartir una información completa del funcionamiento y operación de este equipo al personal de técnicos que trabaja en el mantenimiento de estas aeronaves, para asegurar el uso adecuado de este banco de pruebas.
4. Se debe considerar la utilización obligatoria del banco de pruebas en el chequeo de los polivalentes de los filtros antiarena, incentivando de esta manera la utilización del mismo en el área de mantenimiento de la Brigada de Aviación del Ejército.

## BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.eurocopter.com>
- <http://www.europa1939.com/aviones/helicopteros/index.html>
- <http://www.fach-extraoficial.com/español/puma.html>
- <http://www.google.com>
- Manual de mantenimiento de los filtros antiarena del helicóptero Puma.
- Manual de Técnicas Corrientes

**ANEXOS**

# **“ANEXO A”**

**Materiales de construcción  
del Banco de pruebas**



**A.1.- Compresor de aire**



**A.2.- Filtro regulador de presión**



**A.3.- Manómetro de presión**



**A.4.- Acoples de bronce**



**A.5.- Distribuidor de aire hacia los polivalentes**



**A.6.- Tubo estructural cuadrado**



**A.7.- Consola de los filtros antiarena**

# **“ANEXO B”**

Ensamblaje del banco de  
pruebas



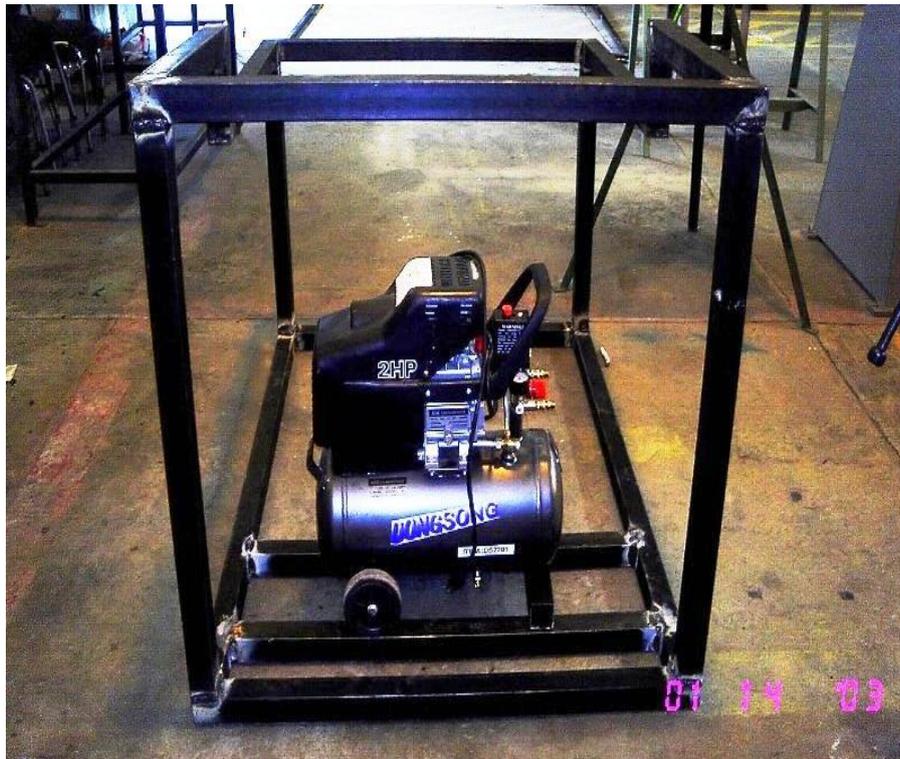
**B.1.- Proceso de soldado de la estructura principal**



**B.2.- Proceso de pulido de las uniones soldadas**



**B.3.- Estructura principal armada**



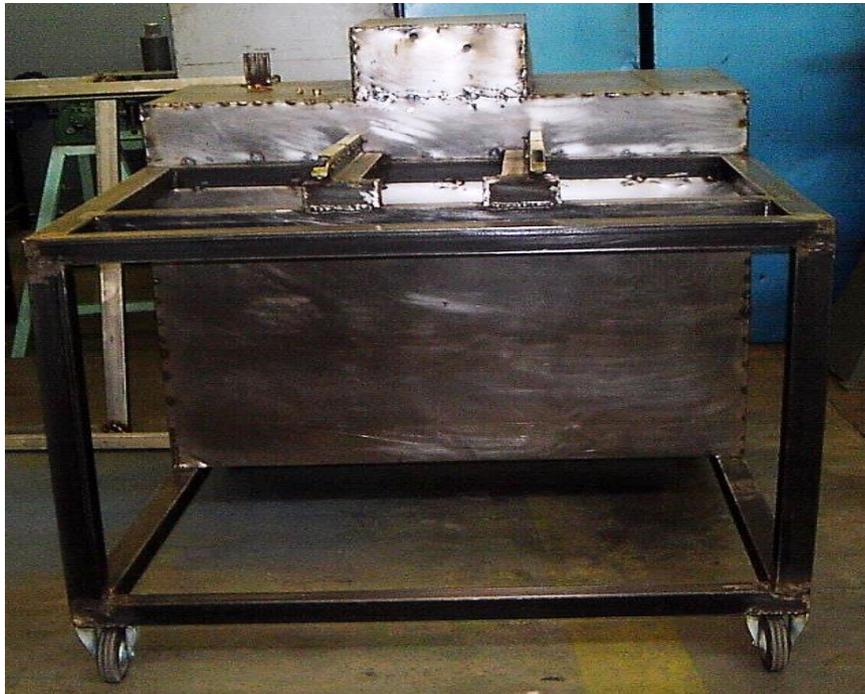
**B.4.- Ensamblaje del compresor de aire**

# **“ANEXO C”**

Banco de pruebas  
terminado y listo para el  
proceso de pintado



**C.1.- Banco de pruebas visto de costado**



**C.2.- Banco de pruebas visto de frente**



**C.3.- Banco de pruebas con la puerta de acceso abierta**



**C.4.- Banco de pruebas terminado**

# HOJA DE VIDA

## DATOS PERSONALES.

APELLIDOS: Iñacasha Lema.  
NOMBRES: Raúl Alfredo.  
FECHA DE NACIMIENTO: 03 de julio de 1974.  
EDAD: 31 Años.  
ESTADO CIVIL: Soltero.  
CÉDULA DE IDENTIDAD: 171131982-0.

## ESTUDIOS REALIZADOS.

### PRIMARIOS.

- Escuela Particular Mixta "Amparito Del Buen Pastor".

### SECUNDARIOS.

- Colegio Particular Mixto "Amparito Del Buen Pastor".
- Colegio Técnico Aeronáutico "Coronel Maya".
  - ❖ ESPACIALIDAD: Técnico Mecánico en Motores de Aviación.

### SUPERIORES.

- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
  - ❖ Suficiencia en el idioma Ingles.

## CUESOS REALIZADOS.

- Escuela Técnica de la Aviación del Ejército "ETAE".
  - ❖ Curso Básico de Mecánica de Aviación especialidad Motores.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR.**

---

Iñacasha L. Raúl A.  
CBOP. A.E.

**DIRECTOR DE CARRERAS.**

---

Ing. Guillermo Trujillo.  
Emci-AVC.

**Latacunga, 17 de Enero del 2006**