

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

“CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR V-2500 OPERATIVO EN EL AVIÓN AIRBUS A-320 PARA EL INTER - APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

POR:

BRAVO PANCHI CRISTIAN PATRICIO

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **BRAVO PANCHI CRISTIAN PATRICIO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TÉCNOLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**.

Tlgo. Ulices Cedillo
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, Septiembre 27 del 2013

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado está dedicado a Dios, por darme la fuerza y tranquilidad necesaria. A mis padres por su apoyo incondicional desde el inicio de mi vida, y totalmente consciente que sin su ayuda ningunos de los éxitos alcanzados serían completamente meritorios.

Bravo Panchi Cristian Patricio

AGRADECIMIENTO

A Dios por fortalecer y tranquilizar mi mente en cada instante.

A mi madre por aumentar los valores y compartir experiencias de la vida.

A mi padre por la comprensión y el apoyo incondicional.

A mi tío, Luis Gonzalo Pila, por su ayuda en cada momento necesario.

Agradezco al Comandante del Centro de mantenimiento de la 15 BAE "PAQUISHA" Tcnl. DE E.M. PLTO. Hugo Torres por su favorable y completa disposición para el desarrollo del trabajo de tesis.

Agradezco al Stop. Fausto Guano, Stop. Hernán Herrera, Stop. Edwin Solano, Stos. Raúl Lanjet, Stos. Germán Panchi, Stos. Mario Escobar, técnicos pertenecientes al taller de Soldas Especiales, Torno y Motores de la Brigada de aviación 15 BAE "PAQUISHA" por sus conocimientos prácticos y teóricos impartidos durante el proceso de la elaboración del proyecto de grado.

A mis profesores por su calidad humana y formación académica como una guía para el campo profesional.

Bravo Panchi Cristian Patricio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos.....	2
1.4 Alcance.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Identificación de los motores V-2500.....	4
2.2 Airbus A-320.....	5
2.3 Motor V-2500.....	7
2.4 Características motor V-2500.....	8
2.5 Secuencia del gas en el motor.....	9
2.6 Cojinetes del motor.....	10
2.7 Sistema de lubricación del motor V-2500.....	12

2.7.1 Descripción.....	12
2.7.2 Tanque de aceite Motor V-2500.....	14
2.7.3 Bomba de presión de aceite Motor V-2500.....	14
2.7.4 Enfriador de aceite por aire Motor V-2500.....	15
2.7.5 Enfriador de aceite por combustible Motor V-2500.....	15
2.7.6 Bomba de recuperación Motor V-2500.....	16
2.7.7 Filtro de recuperación.....	17
2.7.8 De-oiler.....	17
2.8 Parámetros de selección de la bomba de presión.....	18
2.8.1 Selección de la bomba de presión.....	19
2.8.1.1 Presión de descarga de la bomba.....	19
2.9 Transmisión para el conjunto rotor	20
2.9.1 Transmisión simple.....	20
2.9.2 Correas de transmisión.....	21
2.9.2.1 Correa trapezoidal.....	22
2.9.2.2 Identificación de las correas.....	22
2.9.3 Determinación de la potencia transmitida.....	22
2.9.4 Relación de transmisión.....	24
2.9.5 Selección del tipo de correa.....	24
2.9.6 Diámetro mínimo de una polea de transmisión.....	25
2.9.7 Determinación de diámetros de poleas.....	26
2.9.8 Determinación de la distancia entre ejes.....	26
2.9.9 Ajuste de la distancia entre poleas.....	27
2.9.10 Determinación de la longitud de la correa.....	28
2.9.11 Determinación de la velocidad lineal de la correa.....	29
2.9.12 Determinación del número de correas.....	30
2.11 Planteamiento de alternativas	32
2.11.1 Primera Alternativa.....	33
2.11.1.1 Ventajas.....	33
2.11.1.2 Desventajas.....	33
2.11.2 Segunda Alternativa.....	33
2.11.2.1 Ventajas.....	34
2.11.2.2 Desventajas.....	34

2.12 Estudio de factibilidad.....	34
2.13 Parámetros de evaluación.....	34
2.13.1 Factor mecánico.....	35
2.13.2 Factor económico.....	35
2.13.3 Factor complementario.....	35
2.14 Matriz de evaluación.....	36
2.15 Selección de la mejor alternativa.....	36

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	37
3.2 Situación actual.....	37
3.3 Diseño.....	38
3.3.1 Diseño motor V-2500.....	38
3.3.2 Diseño sistema de lubricación motor V-2500.....	38
3.4 Construcción.....	38
3.4.1 Discos del conjunto rotor Motor V-2500.....	39
3.4.1.1 Medición y trazado	39
3.4.1.2 Cortado a cizalla	39
3.4.1.3 Proceso de enderezamiento.....	40
3.4.1.4 Base de los discos.....	41
3.4.1.5 Proceso de suelda para la base.....	42
3.4.2 Fan.....	43
3.4.3 Álabes.....	44
3.4.4 Proceso de suelda discos y álabes	47
3.4.5 Eje de transmisión principal y bocines	48
3.4.6 Zincado.....	51
3.4.7 Armazón trapezoidal del conjunto rotor	52
3.4.8 Banco de soporte	54
3.4.9 Condiciones para el ensamblaje del conjunto rotor.....	56
3.4.10 Cojinetes.....	56
3.4.11 Armazón circular del recubrimiento exterior	57

3.4.12 Poleas y banda de transmisión y banda.....	57
3.4.13 Polea Mayor.....	58
3.4.14 Ensamblaje del conjunto rotor	58
3.4.15 Recubrimiento exterior del motor.....	59
3.4.16 Cámara de combustión.....	60
3.4.17 Instalación del motor eléctrico para la transmisión.....	61
3.4.18 Componentes del sistema de lubricación del motor V-2500.....	61
3.4.18.1 Tanque.....	61
3.4.18.2 Bomba y filtro de presión	62
3.4.18.3 Instalación de una válvula de derivación.....	63
3.4.18.4 Enfriador de aceite por aire ACOC.....	64
3.4.18.5 Enfriador de aceite por combustible FCOC.....	64
3.4.18.6 Distribución del aceite a los cojinetes	65
3.4.18.7 De-oiler.....	66
3.4.18.8 Bomba de recuperación.....	67
3.4.18.9 Filtro de recuperación.....	67
3.4.18.10 Instalación del sistema de lubricación al motor V-2500.....	68
3.4.18.11 Recubrimiento transparente y señalización.....	69
3.4.18.12 Controles eléctricos.....	70
3.5 Codificación de máquinas, herramientas y materiales.....	72
3.6 Diagramas de proceso de la construcción de la maqueta.....	75
3.6.1 Diagrama de proceso de los discos del conjunto rotor.....	75
3.6.2 Diagrama de proceso de los álabes.....	77
3.6.3 Diagrama de proceso del armazón trapezoidal.....	78
3.6.4 Diagrama de proceso del banco.....	80
3.6.5 Diagrama de proceso de los cojinetes.....	81
3.6.6 Diagrama de proceso del armazón circular	83
3.6.7 Diagrama de proceso del recubrimiento exterior.....	84
3.6.8 Diagrama de proceso de la cámara de combustión.....	86
3.6.9 Diagrama de proceso conexiones del reservorio.....	87
3.6.10 Diagrama de proceso conexiones en la bomba.....	88
3.6.11 Diagrama de proceso del enfriador de aceite por aire.....	90
3.6.12 Diagrama de proceso del enfriador de aceite por combustible.....	91

3.6.13 Diagrama de proceso del de-oiler	93
3.6.14 Diagrama de proceso de la bomba de recuperación.....	95
3.6.15 Diagrama de proceso del recubrimiento transparente.....	97
3.6.16 Diagrama de proceso de los controles eléctricos.....	98
3.6.17 Diagrama de proceso del ensamblaje final.....	99
3.7 Pruebas de funcionamiento.....	99
3.7.1 Motor V-2500.....	99
3.7.2 Sistema de lubricación del motor v-2500.....	100
3.8 Manuales.....	103
3.8.1 Descripción de manuales.....	103
3.8.1.1 Manual de operación.....	103
3.8.1.2 Manual de mantenimiento.....	103
3.8.1.3 Manual de seguridad.....	103
3.8.1.4 Hoja de registro.....	104
3.8.2 Codificación de los manuales.....	104
3.9 Análisis económico.....	111
3.9.1 Recursos.....	111
3.9.2 Costos.....	111
3.9.2.1 Costo primario.....	111
3.9.2.1.1 Costo de materiales.....	111
3.9.2.1.2 Costo por mano de obra.....	115
3.9.2.1.3 Total de costos primarios.....	115
3.9.2.2 Costos secundarios.....	116
3.9.3 Costo total de proyecto.....	116

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	117
4.2 Recomendaciones.....	118
GLOSARIO.....	119
BIBLIOGRAFÍA.....	123

ANEXOS.....	125
HOJA DE VIDA.....	140
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	142
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Codificación de motores V-2500.....	4
Tabla 2.2: Identificación de motores V-2500.....	5
Tabla 2.3: Comparación entre bombas.....	18
Tabla 2.4: Características bomba de presión.....	19
Tabla 2.5: Factor de corrección de la potencia.....	23
Tabla 2.6: Selección de la sección de correa.....	25
Tabla 2.7: Diámetros mínimos de poleas.....	26
Tabla 2.8: Desplazamiento mínimo para el montaje de la correa.....	28
Tabla 2.9: Determinación de la longitud nominal.....	29
Tabla 2.10: Potencia base de la correa.....	30
Tabla 2.11: Coeficiente corrector de longitud de la correa (Fcl).....	31
Tabla 2.12: Coeficiente corrector del arco de contacto (FcA).....	32
Tabla 2.13: Matriz de evaluación.....	36

CAPITULO III

Tabla 3.1 Álabes.....	44
Tabla 3.2 Dimensiones del armazón trapezoidal.....	52
Tabla 3.3 Dimensiones del banco.....	54
Tabla 3.4 Dimensiones de los materiales del banco.....	55
Tabla 3.5 Elementos de transmisión.....	57

Tabla 3.6 Orden de ensamblaje.....	58
Tabla 3.7. Dimensiones del FCOC.....	65
Tabla 3.8 Instalación de componentes del sistema de lubricación.....	69
Tabla 3.9: Codificación de máquinas.....	72
Tabla 3.10: Codificación de herramientas.....	72
Tabla 3.11: Codificación de materiales.....	73
Tabla 3.12 Simbología de los diagramas de proceso.....	75
Tabla 3.13 Proceso de los discos del conjunto rotor.....	76
Tabla 3.14 Proceso de los álabes.....	78
Tabla 3.15 Proceso del armazón trapezoidal.....	79
Tabla 3.16 Proceso del armazón trapezoidal.....	81
Tabla 3.17 Proceso de los cojinetes.....	82
Tabla 3.18 Proceso del armazón circular.....	84
Tabla 3.19 Proceso del recubrimiento exterior.....	85
Tabla 3.20 Proceso de la cámara de combustión.....	87
Tabla 3.21 Proceso de las conexiones del reservorio.....	88
Tabla 3.22 Proceso de las conexiones en la bomba.....	89
Tabla 3.23 Proceso del enfriador de aceite por aire.....	91
Tabla 3.24 Proceso del enfriador de aceite por combustible.....	93
Tabla 3.25 Proceso del de-oiler.....	94
Tabla 3.26 Proceso de la bomba de recuperación.....	96
Tabla 3.27 Proceso del recubrimiento transparente.....	97
Tabla 3.28 Proceso de los controles eléctricos.....	98
Tabla 3.29 Pruebas de funcionamiento del motor V-2500.....	100
Tabla 3.30 Pruebas de funcionamiento del sistema de lubricación.....	101
Tabla 3.31. Tabla de codificación de los manuales.....	104
Tabla 3.32 Costo de materiales.....	111

Tabla 3.33 Costo por mano de obra.....	115
Tabla 3.34 Total de costos primarios.....	115
Tabla 3.35 Costos secundarios.....	116
Tabla 3.36 Costo total del proyecto.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1: Airbus A-320.....	5
Figura 2.2: Airbus A-320 operativo LAN-Ecuador.....	6
Figura 2.3: Airbus A-320 operativo TAME-Ecuador.....	6
Figura. 2.4: Componentes motor V-2500.....	7
Figura. 2.5: Descripción A-320.....	7
Figura. 2.6: Detalles avión A-320.....	8
Figura. 2.7: Secuencia del flujo de aire.....	9
Figura 2.8: Secuencia del flujo secundario.....	10
Figura 2.9: Compartimiento frontal.....	10
Figura 2.10: Compartimiento central.....	11
Figura 2.11: Compartimiento posterior.....	11
Figura 2.12: Descripción sistema de lubricación.....	13
Figura 2.13: Tanque de aceite.....	14
Figura 2.14: Bomba de presión de aceite.....	14
Figura 2.15: Enfriador de aceite por aire (ACOC).....	15
Figura 2.16: Enfriador de aceite por combustible (FCOC).....	16
Figura 2.17: Bomba de recuperación de aceite.....	17
Figura 2.18: Filtro de recuperación.....	17
Figura 2.19: De-oiler.....	18

Figura 2.20: Curva real Bomba Centrifuga - Desplazamiento positivo.....	19
Figura. 2.21: Identificación de la cabeza de un fluido.....	20
Figura 2.22: Transmisión simple.....	21
Figura 2.23: Correa de transmisión.....	21
Figura 2.24: Correa trapezoidal de transmisión.....	22
Figura 2.25: Identificación de correas trapezoidal	22
Figura 2.26: Ajuste de la distancia entre poleas	27
Figura 2.27: Motor V-2500 - operación manual.....	33
Figura 2.28: Motor V-2500 - operación automática.....	34

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Medición y trazado.....	39
Figura 3.2: Corte a cizalla.....	40
Figura 3.3: Enderezamiento.....	40
Figura 3.4: Corte sierra manual.....	41
Figura 3.5: Soldadura MIG – Fijación.....	42
Figura 3.6: Soldadura tambor y platina	42
Figura 3.7: Esmerilado.....	43
Figura 3.8: Tambor Fan.....	43
Figura 3.9: Corte de los alabes.....	44
Figura 3.10: Trazado y medición de álabes.....	45
Figura 3.11: Corte del alabe – Trazado del dobléz	45
Figura 3.12:Perforacion – Esmerilado.....	46
Figura 3.13: Doblado del álabe.....	46
Figura 3.14: Álabes del fan.....	47
Figura 3.15: Medición y trazado separación entre álabes.....	47
Figura 3.16: Suelda tambores y álabes.....	47

Figura 3.17: Ángulo del fan.....	48
Figura 3.18: Eje de transmisión principal.....	48
Figura 3.19: Proceso de torno – bocines.....	49
Figura 3.20: Perforación – prisionero.....	49
Figura 3.21: Alojamiento de los prisioneros.....	50
Figura 3.22: Proceso de corte para el bocín	50
Figura 3.23: Perforación 1 5/8” para el bocín”.....	50
Figura 3.24: Guía de suelda tambor - bocín.....	51
Figura 3.25: Limpieza de la soldadura.....	51
Figura 3.26: Zincado.....	52
Figura 3.27: Construcción armazón trapezoidal.....	53
Figura 3.28: Estructura trapezoidal.....	53
Figura 3.29: Banco estructural.....	55
Figura 3.30: Banco estructural terminado.....	55
Figura 3.31: Cojinete.....	56
Figura 3.32: Armazón circular.....	57
Figura 3.33: Polea mayor.....	58
Figura 3.34: Ensamblaje del conjunto rotor.....	59
Figura 3.35: Recubrimiento exterior.....	59
Figura 3.36: Fijación del recubrimiento exterior.....	60
Figura 3.37: Cámara de combustión.....	60
Figura 3.38: Motor eléctrico para la transmisión.....	61
Figura 3.39: Reservorio de aceite.....	62
Figura 3.40: Bomba de presión.....	62
Figura 3.41: Derivación del fluido.....	63
Figura 3.42: Manguera trenzada.....	63
Figura 3.43: ACOC.....	64

Figura 3.44: FCOC.....	65
Figura 3.45: Distribución del aceite a los cojinetes.....	66
Figura 3.46: De-oiler.....	66
Figura 3.47: Desnivel de la bomba de recuperación.....	67
Figura 3.48: Bomba de recuperación.....	67
Figura 3.49: Filtro de recuperación.....	68
Figura 3.50: Línea de retorno.....	68
Figura 3.51: Instalación de componentes del sistema de lubricación.....	69
Figura 3.52: Recubrimiento transparente.....	70
Figura 3.53: Señalización.....	70
Figura 3.54: Instalación de interruptor.....	71
Figura 3.55: Pulsador de activación.....	71
Figura 3.56: Diagrama de proceso discos del conjunto rotor.....	76
Figura 3.57: Diagrama de proceso de los álabes.....	77
Figura 3.58: Diagrama de proceso del armazón trapezoidal.....	79
Figura 3.59: Diagrama de proceso del banco.....	80
Figura 3.60: Diagrama de proceso de los cojinetes.....	82
Figura 3.61: Diagrama de proceso del armazón circular.....	83
Figura 3.62: Diagrama de proceso del recubrimiento exterior.....	85
Figura 3.63: Diagrama de proceso de la cámara de combustión.....	86
Figura 3.64: Diagrama de proceso de las conexiones al reservorio.....	87
Figura 3.65: Diagrama de proceso de las conexiones en la bomba.....	89
Figura 3.66: Diagrama de proceso del enfriador de aceite por aire.....	90
Figura 3.67: Diagrama de proceso del enfriador de aceite por combustible.....	92
Figura 3.68: Diagrama de proceso del de-oiler.....	94
Figura 3.69: Diagrama de proceso de la bomba de recuperación.....	96
Figura 3.70: Diagrama de proceso del recubrimiento transparente.....	97

Figura 3.71: Diagrama de proceso de los controles eléctricos.....	98
Figura 3.72: Diagrama de proceso del ensamblaje final.....	99

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Training Manual A – 320 “Dimensiones del Motor V-2500”	126
ANEXO B: Equipos de seguridad.....	128
ANEXO C: Materiales y herramientas especiales.....	130
ANEXO D: Catálogos.....	146
ANEXO D1: “Catálogo lámina de tol negro ASTM A1011”	133
ANEXO D2: “Catálogo platina ASTM A36M”	134
ANEXO D3: “Catálogo eje de acero transmisión ASTM 108”	135
ANEXO D4: “Catálogo ángulo estructural ASTM A36”	136
ANEXO D5: “Catálogo medidas de agujeros para roscas”	137
ANEXO D6: “Catálogo para selección de cables”	138
ANEXO E: Planos.....	139

RESUMEN

El presente proyecto se encuentra enmarcado en la construcción del sistema de lubricación del motor V-2500 para ser utilizado en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico como interpretación práctica de los conocimientos teóricos. Por el diseño y similitud a la realidad se utilizó diferentes materiales, tol galvanizado, ejes de transmisión, platina, acrílico, madera, ángulos, mangueras, acoples, bomba, motor eléctrico, poleas, banda trapezoidal, entre otros. La maqueta del sistema de lubricación consta de un eje compresor- turbina el cual gira a 210 RPM, mediante un motor eléctrico de 1750 RPM reducido a través de un conjunto de poleas y banda de transmisión, en el mismo se encuentra interpretado el fan, compresor de alta y baja presión, la turbina de alta y baja presión, la caja de accesorios se encuentra en la parte inferior, el recubrimiento mediante acrílico empieza desde el compresor hacia el resto del motor. El sistema de lubricación consiste de un reservorio seguidamente la bomba de presión que envía el fluido a través de las cañerías hacia los intercambiadores de calor después el líquido pasa por cinco cojinetes y para el retorno se ubica un conjunto de unión de todo el recorrido del sistema. El sistema de lubricación es de recirculación continua y mantiene la presión con una bomba de agua y el motor V-2500 opera con la activación del motor eléctrico 110v AC de 1/3 HP.

SUMMARY

This project is framed in the construction of the engine lubrication system V-2500 to be used on the premises of Aeronautics Technological Institute as practical interpretation of theoretical knowledge. For the design and similarity to reality was used different materials, galvanized hopper, drive shafts, platinum, acrylic, wood, angles, hoses, couplings, pump, electric motor, pulleys, V-band, among others. The model of the lubrication system includes a compressor-turbine shaft which rotates at 210 RPM, by an electric motor of 1750 RPM reduced through a set of pulleys and drive belt in the same is interpreted by the fan, compressor high and low pressure, the high pressure turbine and low pressure, the accessory is located in the bottom, the acrylic coating by starting from the compressor to the rest of the motor. The lubricating system consists of a pump reservoir pressure then sending fluid through pipes into the heat exchangers after the liquid passes through five bearings and for returning is located a joint assembly of the system all the way. The lubrication system is continuous recirculation maintains pressure with a water pump and the engine V-2500 operated with the activation of 110v AC electric motor 1/3 HP.

CAPÍTULO I

EL TEMA

CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR V-2500 OPERATIVO EN EL AVIÓN AIRBUS A-320 PARA EL INTER - APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

1.1. Antecedentes

En las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, bloque 42 y la biblioteca virtual de mecánica, para la inter - relación de fundamentos teóricos con aspectos prácticos en la materia de sistema de lubricación impartida en la carrera de mecánica aeronáutica se encuentran proyectos descartados por ser ambiguos y encontrarse inoperativos.

Es conveniente aumentar los conocimientos sobre aeronaves con nuevas tendencias tecnológicas a través de un estudio basado en prototipos similares al ámbito real.

El sistema de lubricación del motor V-2500 tiene un mayor número de componentes que la maqueta del motor general ubicado en la biblioteca de motores de la institución, por lo tanto se complementará el estudio de nuevos accesorios que intervienen en el recorrido del aceite de forma visual e independiente.

1.2. Justificación

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico realiza el estudio de motores de aeronaves a través del seccionamiento estructural de los mismos, para la apreciación real de los diferentes sistemas que posee, pero es demasiado complicado ubicar e identificar el sistema de lubricación y sus componentes, por tal motivo se ha obtenido el método de asimilar visual y dinámicamente mediante la construcción de maquetas con sistemas independientes.

Las nuevas tendencias de aeronaves presentan cambios en la instrumentación, grupo moto propulsor, estructura, sistemas y comodidad interna. En general el estudio de acontecimientos tecnológicos en el campo aeronáutico está fuera de alcance y extremadamente limitada, por tal razón su interpretación puede ser lograda a través de maquetas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

CONSTRUIR LA MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR V-2500 OPERATIVO EN EL AVIÓN AIRBUS A-320 PARA EL INTER - APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO EN EL AÑO 2013.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar los fundamentos teóricos respecto al funcionamiento, operación y componentes del sistema de lubricación del motor V-2500.
- Realizar un estudio técnico para el diseño de la maqueta del sistema de lubricación del motor V-2500 para el inter-aprendizaje de los estudiantes del I.T.S.A.
- Diseñar un modelo básico de la maqueta.

- Analizar y seleccionar la alternativa de construcción.
- Ejecutar la construcción de la maqueta.
- Realizar las pruebas correspondientes de funcionamiento.

1.4. Alcance

El proyecto provee a los talleres de mecánica un elemento didáctico con la entrega de una maqueta sobre el funcionamiento del sistema de lubricación del motor V-2500 operativo en el avión Airbus A-320, para los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Optimizando la enseñanza impartida en la materia de Sistema de Lubricación expuesta en Quinto Nivel de Mecánica Aeronáutica Mención Motores, fortaleciendo conocimientos y destrezas de un futuro técnico en aviación que al iniciar el camino para su profesión ha optado por el estudio con calidad académica.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Identificación de los motores V-2500

Para fácil interpretación de las presentes y futuras variaciones del V-2500, la IAE ha introducido un nuevo sistema de designación.

Tabla 2.1: Codificación de motores V-2500

V2530-A5		
A	V25	Motor V-2500
B	30	Empuje despegue
C	A	Fabricación de la aeronave A: Airbus D: McDonnell Douglas
D	5	Serie Aeronave

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

Elaboración: Cristian Bravo

- Todos los motores retendrían V-2500 como su nombre genérico.
- El literal A, la designación V25, identifica a cada motor como un V2500.
- El literal B, las dos figuras siguientes indican el empuje del motor. La letra C, muestra el fabricante de la aeronave.

- El literal D, representa la serie del motor de la aeronave.

El siguiente cuadro especifica la característica de empuje, marca y aeronave:

Tabla 2.2: Identificación de motores V-2500

MARCA	EMPUJE DESPEGUE (LB)	AERONAVE
V2500 - A1	25.000	A320 - 200
V2530 - A5	30.000	A321 - 100
V2525 - A5	25.000	A320 - 200
V2527 - A5	26.500	A320 - 200
V2528 - D5	28.000	MD - 90 - 40
V2525 - D5	25.000	MD - 90 - 30
V2522 - D5	22.000	MD - 90 - 10

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

Elaboración: Cristian Bravo

2.2 Airbus A-320

El Airbus A320 es un avión comercial de reacción, de fuselaje estrecho y de corto a medio alcance, desarrollado por Airbus.



Figura 2.1: Airbus A-320

Fuente: <http://www.pasionporvolar.com/airbus-a320-a321-a319-a318>



Figura 2.2: Airbus A-320 operativo LAN-Ecuador

Fuente: http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:LAN_Airbus_A320_Simon.jpg

Fue el primer avión civil con mandos de control completamente digitales del tipo fly-by-wire. Es la primera aeronave en usar una palanca de mando o "sidestick" en lugar de los clásicos volantes o "cuernos" de control.



Figura2.3: Airbus A-320 operativo TAME-Ecuador

Fuente: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1156445&page=3>

Es el primer avión de fuselaje estrecho con una cantidad significativa de su estructura hecha de fibra y materiales compuestos. Sus sistemas de mantenimiento y diagnóstico son centralizados, los cuales permiten a los mecánicos comprobar los sistemas del avión desde la cabina.

2.3 Motor V-2500

EL motor V2500 es de flujo axial, un motor turbo fan de doble flujo. El 80% del empuje total es producido por el fan del motor mientras que el 20% del empuje restante es producido por el centro del motor. Este sistema de compresión se caracteriza por tener una sola etapa del fan, cuatro etapas del compresor de baja presión, y diez etapas del compresor de alta presión.

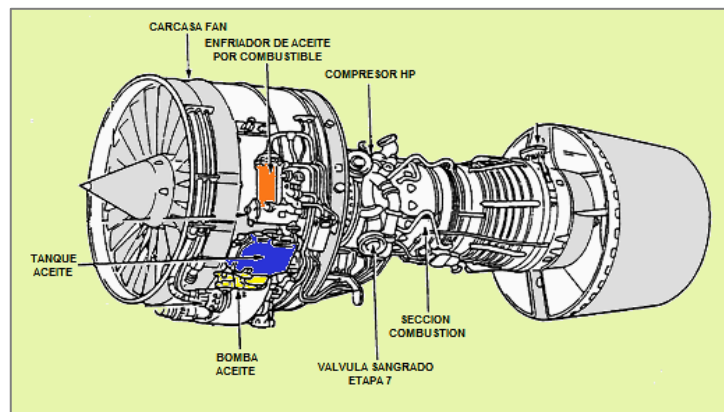


Figura. 2.4: Componentes motor V-2500

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

El compresor de baja presión es conducida por cinco etapas de la turbina de baja presión y el compresor de alta por la turbina de alta presión de dos etapas. La turbina de alta presión también conduce la caja de accesorios. Los dos ejes del motor son soportados por cinco cojinetes principales.

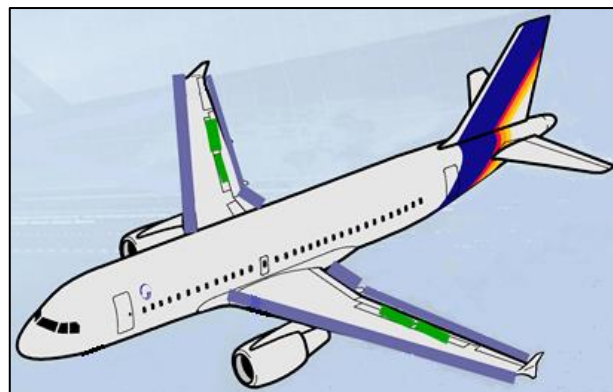


Figura. 2.5: Descripción A-320

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

El motor incorpora una total autoridad digital el control del motor es electrónico. El sistema de control gobierna todas las funciones del motor, incluyendo la administración de la energía.

2.4 Características motor V-2500

- Diámetro del fan: 63.5 in (161 cm)
- Largo total del motor sin componentes: 126 in (320 cm)
- Peso: 4942 lb (2242 KG)
- Empuje de despegue: 30,000 lb
- Flujo de masa de aire: 856 lb.
- N1: 100% (5650 RPM)
- N2: 100% (14950 RPM)
- EGT (despegue) 650 °C
- EGT (arranque) 635 °C
- EGT (ascenso continuo máximo) 610°C

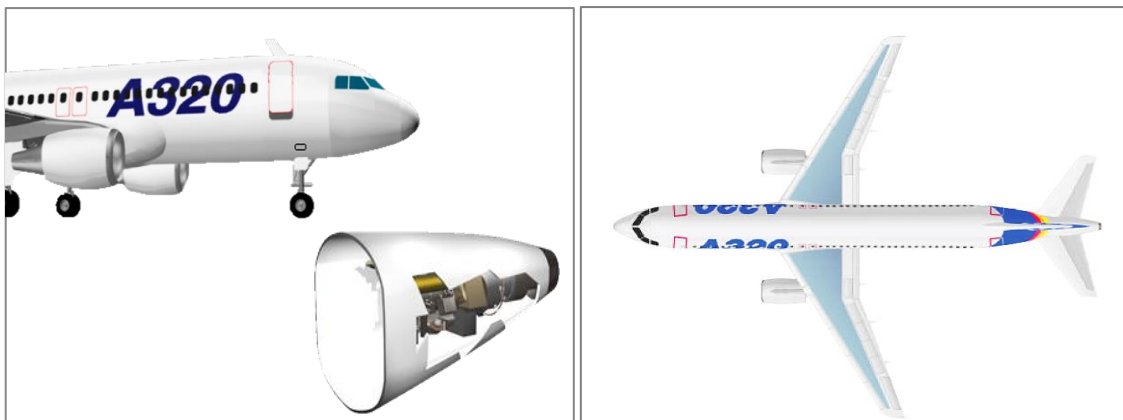


Figura. 2.6: Detalles Avión A-320

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

Para tener un empuje constante en condiciones ambientales variables las RPM del motor pueden ser ajustadas para compensar la variación de la densidad del aire.

El empuje nominal puede ser obtenido por un tiempo limitado a una temperatura ambiente de 30°C.

2.5 Secuencia del gas en el motor

Todo el aire entra al motor y pasa a través del carenaje de entrada hacia el fan. En la salida del fan la secuencia del aire se divide en dos flujos:

- Flujo primario
- Flujo secundario

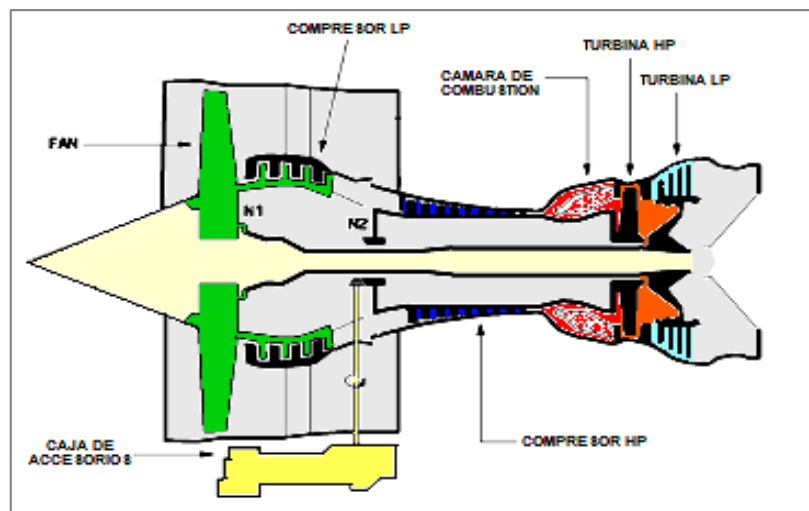


Figura. 2.7: Secuencia del flujo de aire

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

Flujo primario

El flujo primario pasa a través de los alabes guías de entrada del motor hacia el compresor de baja presión y después al compresor de alta presión, continuamente pasa a la sección de combustión luego a la turbina de alta y hacia la turbina de baja presión, finalmente transcurre al escape hacia el conjunto de tobera común (C.N.A.).

Flujo secundario

El aire de salida del fan entra al ducto del bypass pasa a través de los alabes guías de entrada del fan y fluye a lo largo del ducto del bypass a la salida en el (C.N.A.).

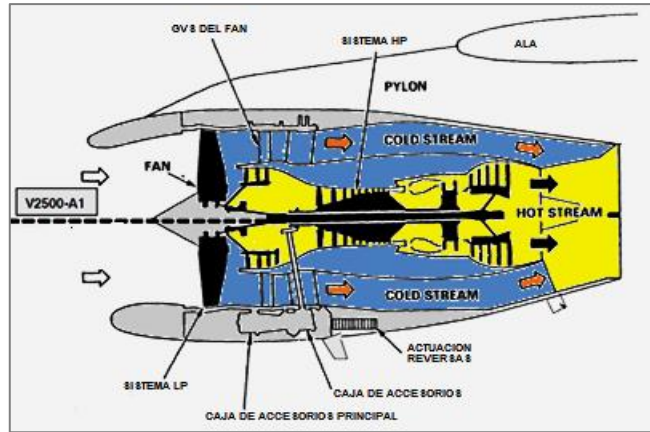


Figura 2.8: Secuencia del flujo secundario

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

2.6 Cojinetes del motor

Los cinco cojinetes están localizados en tres compartimientos:

- El compartimiento frontal

El compartimiento frontal está localizado en el centro de la carcasa intermedia del motor incluyendo los cojinetes No. 1, 2 y 3. El compartimiento está sellado usando aire a presión soportado por sellos de carbón y rellenado con un sello de aceite entre los dos ejes del motor.

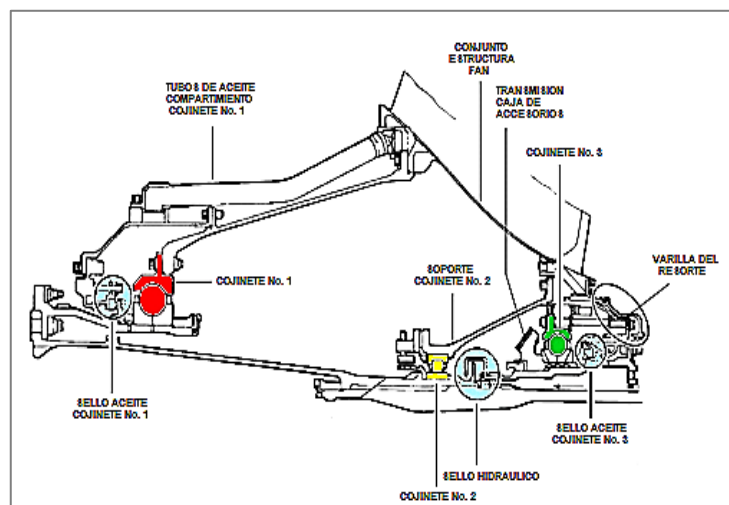


Figura 2.9: Compartimiento frontal

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

Este sello es soportado por el aire de la octava etapa. El eje de transmisión de HP se encuentra localizado axialmente por el cojinete No. 3. El engranaje de transmisión de la caja de accesorios es acoplado en el eje HP y retenido por la tuerca del cojinete No 3.

- El compartimiento central

Está localizado en la carcasa del difusor/cámara de combustión y el cojinete No.4

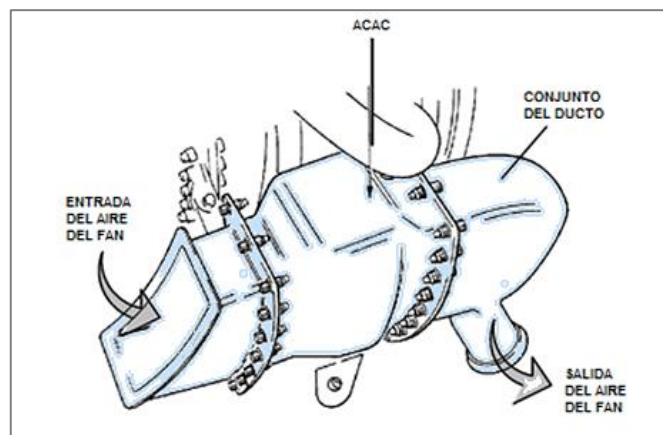


Figura 2.10: Compartimiento central

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 – 80

- El compartimiento posterior

Está localizado en la caja de escape de la turbina ubicado con el cojinete No.5.

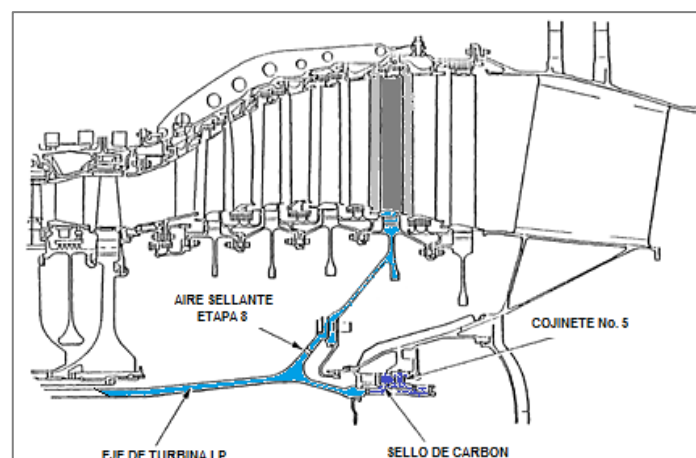


Figura 2.11: Compartimiento posterior

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

El rotor N1, esta soportada por tres cojinetes:

- Cojinete 1 cojinete tipo bola
- Cojinete 2 cojinete tipo rodillo
- Cojinete 5 cojinete tipo rodillo

El rotor N2, esta soportada por dos cojinetes:

- Cojinete 3 cojinete tipo bola
- Cojinete 4 cojinete tipo rodillo

2.7 Sistema de lubricación del motor V-2500

2.7.1 Descripción

El sistema de lubricación es integrado y recirculación continúa. El aceite del tanque entra a la primera etapa de la bomba de presión y descarga el flujo directamente al filtro de aceite. El aceite es llevado a través del enfriador de aire/aceite y continua por el enfriador de aceite/combustible, es parte del sistema de intercambio de calor, el cual asegura que el aceite del motor, el aceite del IDG (Generador de transmisión integral), la temperatura del combustible y el aceite de los cojinetes sean mantenidos en niveles aceptables.

El aceite recuperado es entonces llevado al tanque, a través del de-oiler a las bombas de recuperación. Hay un filtro de recuperación tipo cartucho disponible a la salida de las bombas de recuperación antes que retorne al tanque de aceite.

La presión del aceite es medida como un diferencial entre la presión de la línea de alimentación principal y la presión en la línea de recuperación de aceite del cojinete No. 4. Un interruptor de advertencia de baja presión de aceite, se activa a 60 PSI, esta alimentado por la línea de aceite principal antes que el aceite llegue de los compartimientos de los cojinetes.

La válvula de recuperación segunda posición del cojinete No. 4 es operada neumáticamente por aire de la décima etapa y controla el aire de ventilación. En idle, la válvula se abre para proveer el área máxima para el flujo de recuperación. En gran potencia del motor, la válvula se cierra para un área reducida en cual provee, la presión adecuada en el compartimiento del cojinete No. 4 para proteger los sellos y minimiza la fuga de aire en la cámara del cojinete.

El transductor de presión de la válvula de recuperación censa la presente presión en la línea de recuperación de la válvula de recuperación y suministra una señal a la EIU (Unidad interfaz del motor). Las válvulas de alivio de presión, en el alojamiento filtro limita la presión de descarga de la bomba, aproximadamente 450 PSI para proteger los componentes de la secuencia.

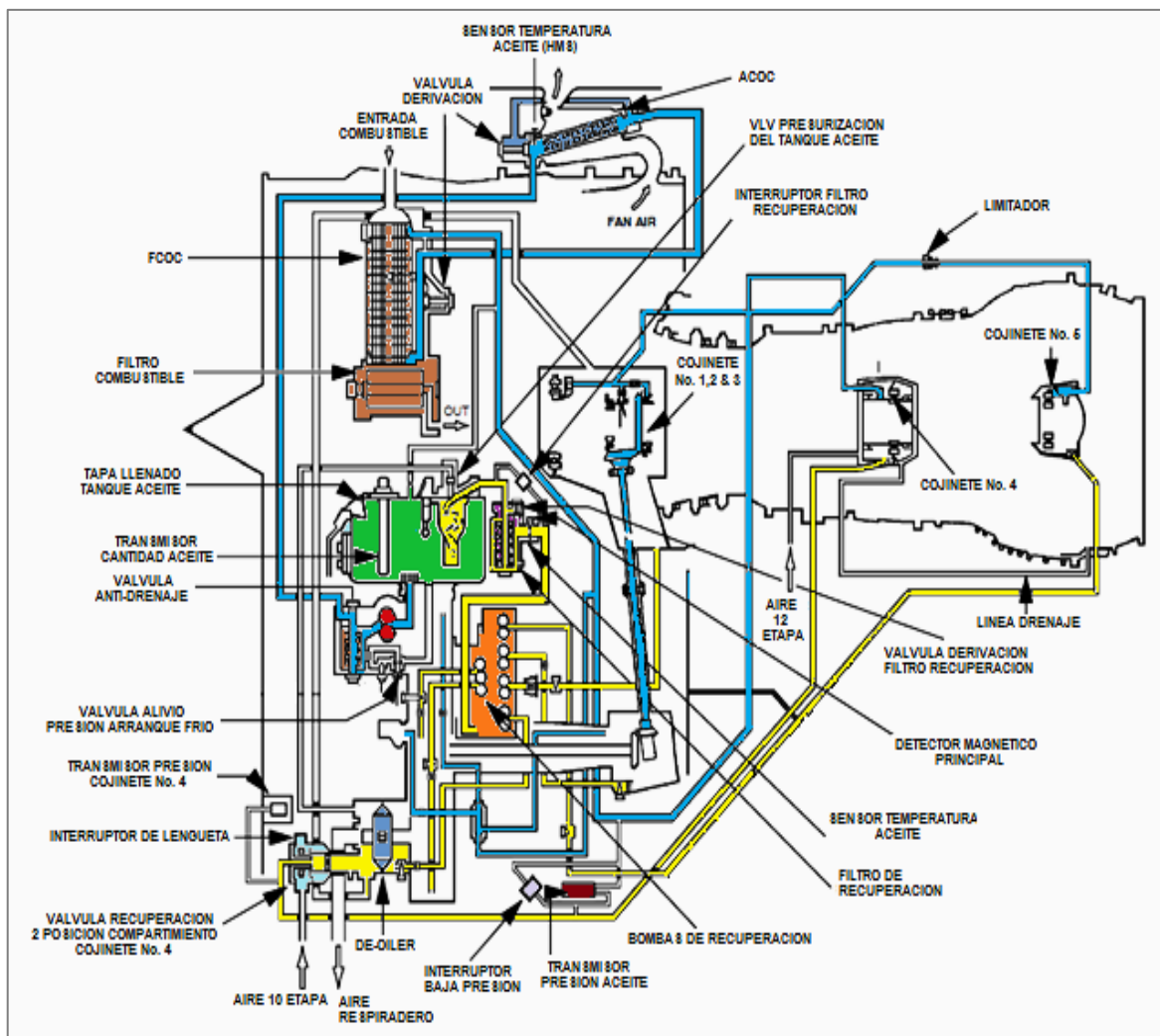


Figura 2.12: Descripción sistema de lubricación

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

2.7.2 Tanque de aceite Motor V-2500

La cantidad de aceite normal y máxima utilizable en el tanque es de 25 galones americanos, la capacidad máxima del tanque de aceite es 30.5 galones americanos.

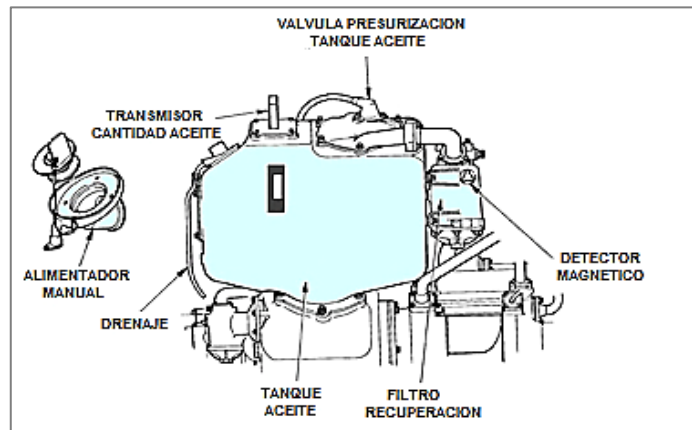


Figura 2.13: Tanque de aceite

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

2.7.3 Bomba de presión de aceite Motor V-2500

Es una bomba tipo engranaje de una sola etapa y suministra presión al aceite para los cojinetes del motor y transmisión de accesorios.

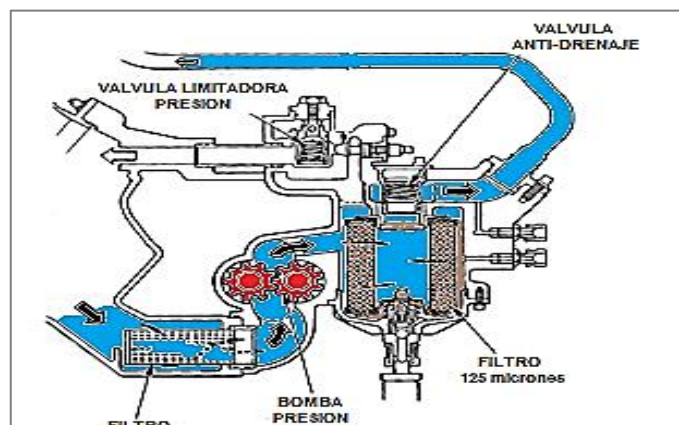


Figura 2.14: Bomba de presión de aceite

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 – 80

El filtro no tiene un punto de derivación. EL alojamiento de la bomba de presión incorpora el filtro de presión, una válvula de alivio de presión durante un arranque en frío y una válvula limitadora de flujo de la bomba. El aceite es bombeado a través de un filtro de aceite para remover alguna suciedad. El alojamiento del filtro de presión está instalado en la bomba de presión de aceite.

2.7.4 Enfriador de aceite por aire Motor V-2500

El enfriador de aceite por aire (ACOC) es un enfriador adicional el cual remueve el calor del aceite lubricante usando aire del fan y mantiene la temperatura del aceite dentro de un rango específico. El aceite filtrado fluye a través del enfriador por aire antes de ser enfriado otra vez a través del enfriador de aceite por combustible.

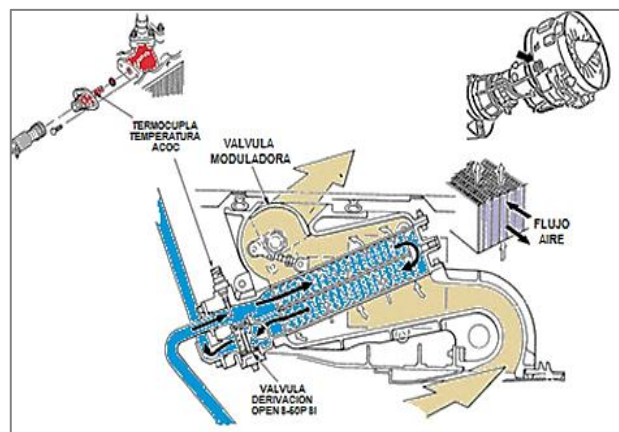


Figura 2.15: Enfriador de aceite por aire (ACOC)

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

2.7.5 Enfriador de aceite por combustible Motor V-2500

El aceite pasa del ACOC y fluye después a través del enfriador de aceite por combustible, antes que sea enviado a los compartimientos de los cojinetes y los componentes de la caja de accesorios. El FCOC enfría el aceite utilizando combustible de baja presión, calienta el combustible de temperatura baja al nivel de descongelamiento.

El FCOC consiste de un contenedor integral un panel radiador removible, un colector de admisión y una tapa del filtro de combustible. El panel del radiador está compuesto de tubos soldados al vacío a través de los cuales el combustible pasa. Una válvula de derivación se encuentra en la válvula de alivio de presión la cual desvía el exceso de presión de aceite durante el arranque en frío del motor.

La otra válvula de derivación está en el filtro de combustible del enfriador del aceite por combustible, el cual asegura que el flujo de combustible en el momento de obstrucción del filtro siga su transcurso.

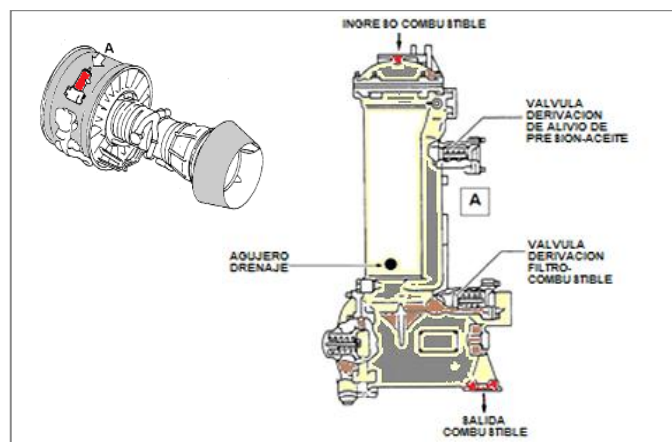


Figura 2.16: Enfriador de aceite por combustible (FCOC)

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

2.7.6 Bomba de recuperación Motor V-2500

La bomba de recuperación retorna el aceite usado hacia el reservorio. La bomba de recuperación es una bomba tipo engranaje de cinco etapas. Cuatro etapas de la bomba de recuperación son bombas de desplazamiento doble de engranaje.

La etapa usada por las dos líneas de recuperación de la caja de accesorios principal consiste de tres engranajes produciendo dos entradas y salidas en lados opuestos.

Todas las bombas son integrales unidas como una sola unidad. La capacidad de la bomba es determinada por la anchura de los engranajes.

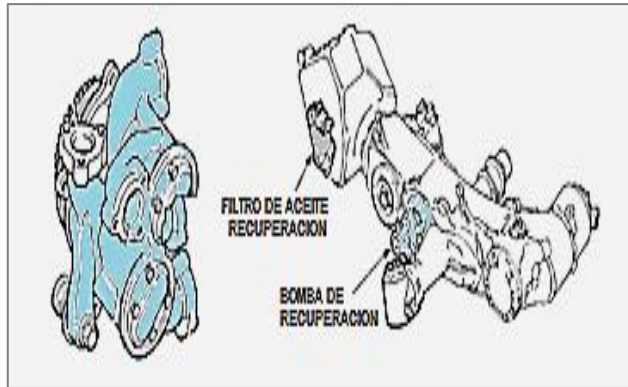


Figura 2.17: Bomba de recuperación de aceite

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

2.7.7 Filtro de recuperación

El aceite fluye de las bombas de recuperación y pasa a la entrada del filtro común, el filtro de recuperación. El filtro está montado en la parte posterior del tanque de aceite.

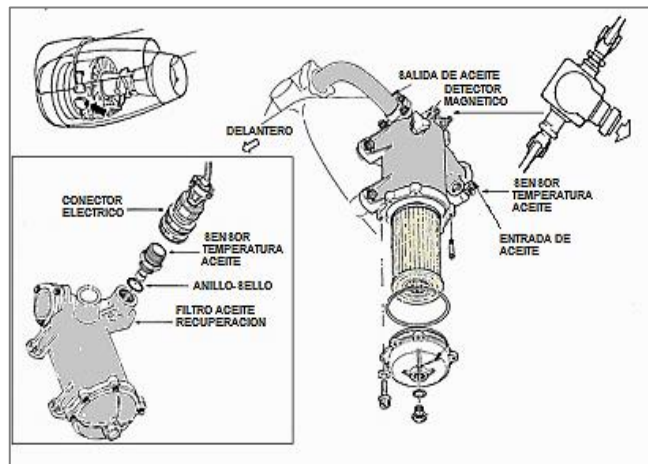


Figura 2.18: Filtro de recuperación

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 - 80

2.7.9 De-oiler

- Para separar la mezcla aire/ aceite del respiradero
- Dirige el aceite del cojinete No.4 a la bomba de recuperación.
- Ventila el aire al exterior a través de la carcasa del fan del lado derecho.

- Provee el montaje para la válvula de recuperación del cojinete No 4.
- Provee la localización para el detector magnético del cojinete No 4.

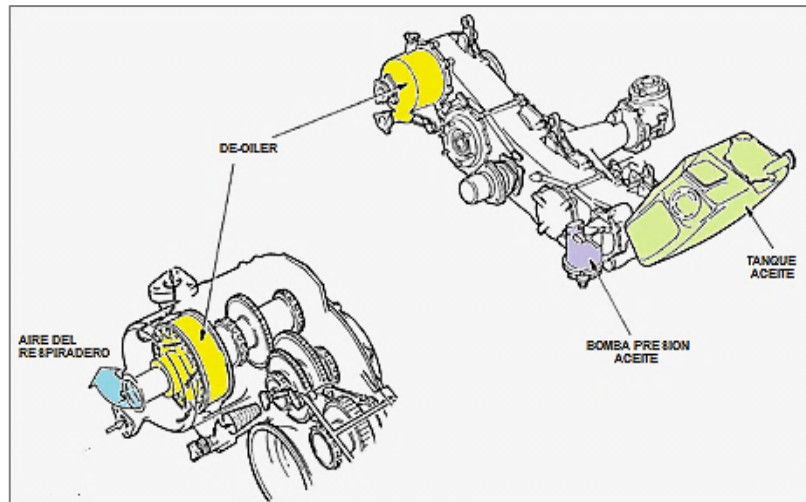


Figura 2.19: De-oiler

Fuente: Training Manual AIRBUS A320 POWER PLANT (IAE V2500) ATA 71 – 80

2.8 Parámetros de selección de la bomba de presión

Para el sistema de recirculación se determina una comparación de las bombas de desplazamiento positivo y bombas rotodinámicas.

Tabla 2.3: Comparación entre bombas

Bombas de desplazamiento positivo	Bombas rotodinámicas
Flujo no permanente debido a la acción de la bomba	Flujo permanente
No puede operar contra una válvula cerrada: para o falla.	Puede operar contra una válvula cerrada. La energía creada de esta manera se convierte en calor.
Para una tarea determinada es más grande que una bomba rotodinámica.	Para una tarea determinada es más pequeña que una bomba de desplazamiento positivo.
No puede bombear fluidos que contengan sólidos.	Puede bombear mezclas de sólidos y líquidos, como por ejemplo aguas residuales.

Fuente: <http://www.fluidos.eia.edu.co/hidraulica/guias/bombas/Bombas.html>

Elaboración: Cristian Bravo

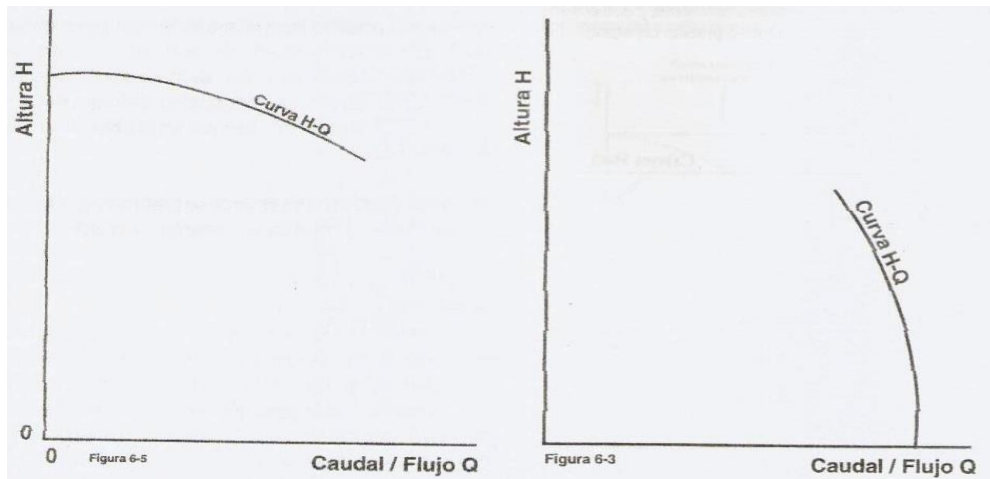


Figura 2.20: Curva real Bomba Centrífuga - Desplazamiento positivo

Fuente: <http://www.sabelotodo.org/aparatos/imagenes/curvacentrifuga.gif>

2.8.1 Selección de la bomba de presión

La bomba de presión seleccionada es tipo centrífuga, una bomba de agua. La bomba de agua admite características para un sistema de recirculación sin admitir el aumento de una bomba para el retorno del líquido. La resistencia que puede producir el sistema está presente en cañerías y la distancia del recorrido. La bomba presenta las siguientes características:

Tabla 2.4: Características bomba de presión

Hmáx.	40m
Qmáx.	40 l/min
P.Bomba	0.50 Hp
Motor	AC
V	115/230
P	0,37Kw
Intensidad	2,5 A

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Cristian Bravo

2.8.1.1 Presión de descarga de la bomba

La cabeza de presión es la altura que tiene una columna determinada de líquido.

La presión ejercida por una cabeza de líquido no depende del diámetro del recipiente, depende solamente de la altura del líquido sobre el punto.

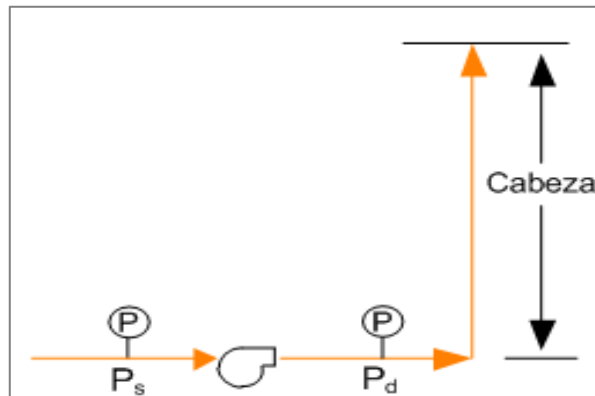


Figura 2.21: Identificación de la cabeza de un fluido

Fuente: <http://www.almez.pntic.mec.es/jgonza86/imagenes/8.gif>

La razón principal de usar cabeza en vez de presión es que la presión de una bomba cambia si la gravedad específica del líquido cambia, pero la cabeza permanece igual. La cabeza y la presión se relaciona por medio de la siguiente fórmula:

$$P_d = \frac{H_d * SG}{2.31} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Dónde:

H; es la cabeza o altura 99 cm

SG; Gravedad específica; 1 g/cm³ (agua)

P; Presión de descarga

Entonces:

$$P_d = 42.85 \text{ g/cm}^2 = 0,5 \text{ PSI}$$

2.9 Transmisión para el conjunto rotor

2.9.1 Transmisión simple

Cuando un mecanismo se transmite directamente entre dos ejes (motriz y conducido), se trata de un sistema de transmisión simple. Si se consideran dos

peleas de diámetros " d_1 " y " d_2 " que giran a una velocidad " n_1 " y " n_2 " respectivamente, tal y como se indica en la figura, al estar ambas poleas unidas entre sí por medio de una correa, las dos recorrerán el mismo arco, en el mismo periodo de tiempo.

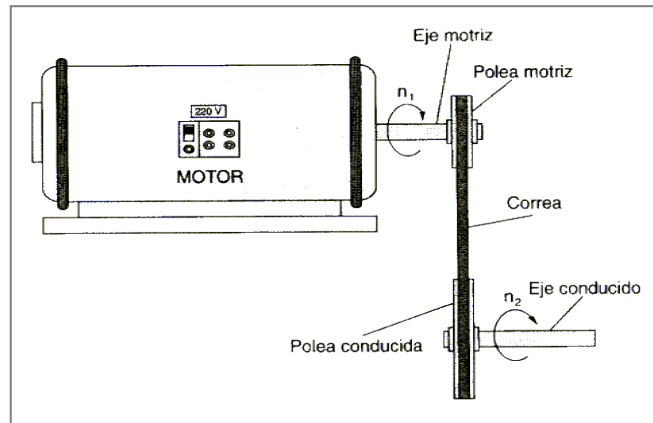


Figura 2.22: Transmisión simple

Fuente: <http://www.almez.pntic.mec.es/jgonza86/Sistemas%20de%20poleas%20.html>

2.9.2 Correas de transmisión

La correa de transmisión trabaja por rozamiento con la polea sobre la que va montada. Este hecho, junto a su naturaleza flexible, confiere a las correas una función de "fusibles" dentro de las transmisiones, dado que se comportan como amortiguador, reduciendo el efecto de las vibraciones que puedan transmitirse entre los ejes de la transmisión.

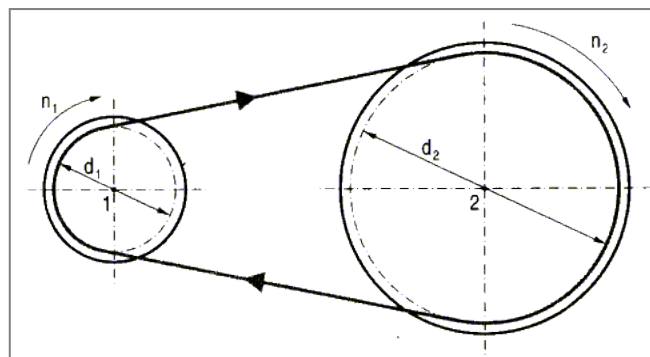


Figura 2.23: Correa de transmisión

Fuente: <http://www.almez.pntic.mec.es/jgonza86/Sistemas%20de%20poleas%20.html>

2.9.2.1 Correa trapezoidal

Las correas trapezoidales o correas en "V" trabajan a partir del contacto que se establece entre los flancos laterales de la correa y las paredes del canal.

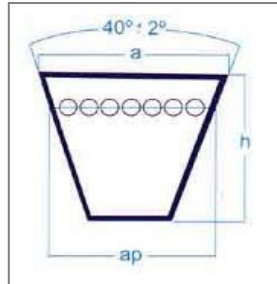


Figura 2.24: Correa trapezoidal de transmisión

Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Según las normas ISO las correas trapezoidales se dividen en dos grandes grupos: las correas de secciones con los perfiles clásicos Z, A, B, C, D y E, y las correas estrechas de secciones SPZ, SPA, SPB Y SPC.

2.9.2.2 Identificación de las correas

Las correas trapezoidales se identifican por sus dimensiones físicas. Así, para proceder a su identificación se coloca en primer lugar una letra que indica la sección de la correa, seguido por un número que expresa la longitud nominal de la correa.



Figura 2.25: Identificación de correas trapezoidal

Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

2.9.5 Determinación de la potencia transmitida

En primer lugar habrá que calcular la potencia total de la potencia transmitida sobre la que se diseñará la correa. La potencia que desarrolla el motor conductor

(P) es el punto de partida, pero a este valor habrá que afectarlo de un coeficiente corrector en función de diversos factores como son:

- Tipo de motor conductor que se utilice para accionar la transmisión.
- Tipo de máquina conducida que se vaya a accionar.
- Horas de servicio por día.

De esta manera la potencia corregida (Pc) o total de la potencia transmitida, que es la que habrá que utilizar en el diseño, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P_c = P \cdot K \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Dónde:

Pc es la potencia corregida

P es la potencia transmitida del motor conductor

K es el factor de corrección de la potencia de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 2.5:Factor de corrección de la potencia

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrifugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, oizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canjilones. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores, Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6

Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Elaboración: Cristian Bravo

Entonces:

$$P=1/3 \text{ HP}$$

$K = 1,1$ es el factor de corrección de la potencia

$$P_c = 1/3HP \cdot 1,1$$

$$P_c = 0.4 \text{ HP}$$

2.9.7 Relación de transmisión

La relación de transmisión se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$R = \frac{N}{n} = \frac{D}{d}$$

(Ec. 2.3)

Dónde:

R es la relación de transmisión;

N son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea mayor; 210rpm

n son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea menor; 1750rpm

D es el diámetro de la polea mayor;

d es el diámetro de la polea menor.

Por lo tanto;

$$R = 1750 / 210$$

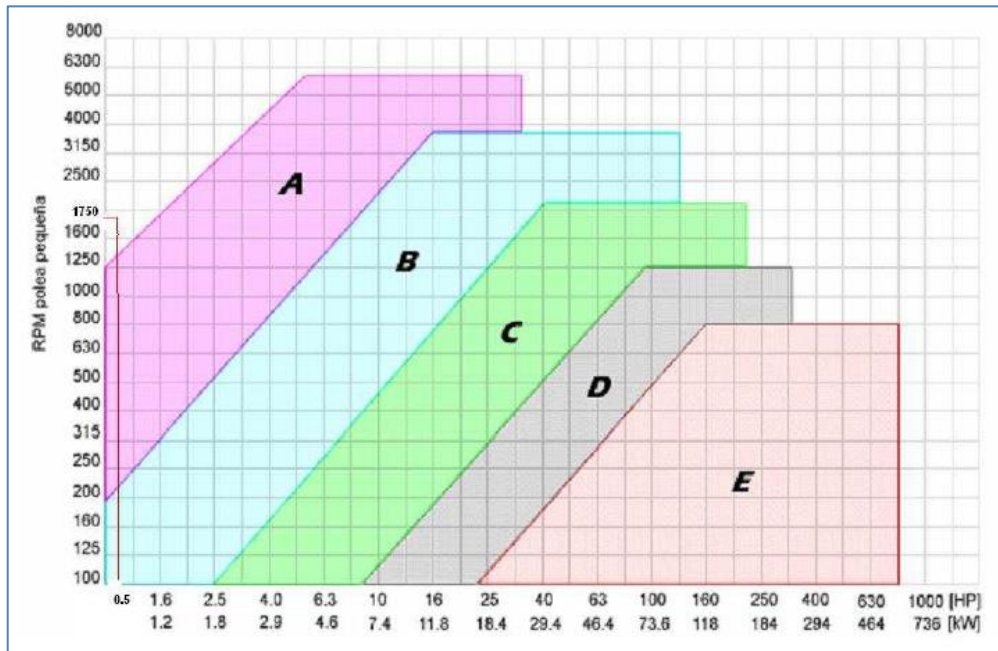
$$R = 8,33$$

2.9.6 Selección del tipo de correa

Cada fabricante dispone de gráficas donde se muestra el tipo de correa adecuada para trabajar en función de la potencia a transmitir y de las revoluciones de giro de la polea menor.

Se adjunta una gráfica tipo de un fabricante de correas de transmisión donde se puede seleccionar la sección correcta de la correa:

Tabla 2.6: Selección de la sección de correa



Fuente: Catálogo Roflex de correas trapezoidales

Elaboración: Cristian Bravo

Entonces el tipo de correa seleccionada es clasificación A.

2.9.3 Diámetro mínimo de una polea de transmisión

La elección del diámetro correcto de las poleas es sumamente importante, dado que un diámetro excesivamente pequeño para una sección de correa determinada significaría una flexión excesiva de ésta, lo que terminaría reduciendo su vida útil. Como norma general, al aumentar el diámetro de la polea aumentará la vida útil de la correa.

A continuación se incluye una tabla donde se indica, según la norma BS 3790, los diámetros de polea válidos para cada sección de correa. Diámetros inferiores a los indicados en la siguiente tabla, según la sección de la correa, no deben emplearse.

Siendo interpretado, V, como un diámetro válido de polea y R, un diámetro de polea especialmente recomendado.

Tabla 2.7: Diámetros mínimos de poleas

Diámetro polea (mm)	Z	A	B	C	D	E
60	V					
63	R					
67	V					
71	R	V				
75	V	V				
80	R	V				
90	V	R				
95		V				
100	R	R				
106		V				
112	V	R	V			
118		V	V			
125	R	R	V			

Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Elaboración: Cristian Bravo

Por lo tanto el mínimo diámetro de polea menor para una banda tipo A es 71mm.

2.9.8 Determinación de diámetros de poleas

Generalmente se parte del conocimiento del diámetro de alguna de las poleas, de la mayor o de la menor. Así, si se parte del diámetro de la polea menor, el diámetro de la otra polea, la mayor (D), se obtendría a partir de la relación de transmisión.

$$D = R \cdot d \quad (\text{Ec. 2.4})$$

Diámetro polea menor (d): 70 mm válido, relación de transmisión (R): 8.33.

$$D = 583,1 \text{ mm}$$

En el campo comercial se encuentra una polea con un diámetro de 600mm.

2.9.9 Determinación de la distancia entre ejes

La distancia entre ejes de las poleas suele estar establecida a partir de las siguientes expresiones. Si la relación de transmisión R está comprendida entre 1 y 3.

En la siguiente tabla se indica la variación mínima de la distancia entre ejes de poleas necesario para la instalación y tensado de las correas:

Tabla 2.8: Desplazamiento mínimo para el montaje de la correa

Distancia entre centros E (mm)	Desplazamiento mínimo (t) del tensor (mm)
500 - 1000	25
1001-1500	38
1501-2500	51
2501-3000	63
3001-4000	75

Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Elaboración: Cristian Bravo

Por lo tanto un desplazamiento mínimo del tensor para una distancia entre centros de 600 mm es 25mm.

2.9.10 Determinación de la longitud de la correa

Según el libro de Diseño Mecánico de Shigley, la longitud de la correa se calcula directamente a partir de la siguiente expresión:

$$L_p = 2E + \frac{\pi}{2}(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4E}$$

(Ec. 2.6)

Dónde:

E , es la distancia entre ejes de poleas; 600 mm

d , es el diámetro de la polea menor; 70 mm

D , es el diámetro de la polea mayor; 600 mm

π , es el número pi (3,14159265)

Por lo tanto

$$L_p = 2368,9$$

La expresión anterior calcula el valor exacto para la longitud de la correa. No obstante, las casas comerciales fabrican una serie normalizada de longitudes, por ello, de esta lista habrá que elegir la longitud más próxima al valor calculado.

Tabla 2.9: Determinación de la longitud nominal

Longitud primitiva nominal						
Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)	Sección D (mm)	Sección E (mm)
85	-	2193	2203	2221	-	-
86	-	2220	2230	2247	-	-
87	-	2245	2258	2273	-	-
88	-	2273	2283	2299	2313	-
89	-	2299	2304	2326	2339	-
90	-	2319	2329	2348	2366	-
91	-	2344	2355	2374	2392	-
92	-	2370	2380	2400	2418	-
93	-	2393	2403	2422	2445	-
94	-	2421	2431	2448	2471	-
95	-	2446	2456	2475	2497	-
96	-	2471	2481	2500	2523	-
97	-	2497	2508	2524	2550	-
98	-	2533	2543	2562	2576	-
99	-	2554	2558	2587	2602	-
100	-	2573	2583	2602	2629	-

Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Elaboración: Cristian Bravo

2.9.12 Determinación de la velocidad lineal de la correa

La velocidad lineal de una correa trapezoidal no debe sobrepasar los 30 m/s, dado que a partir de esta velocidad las fuerzas centrífugas son de una magnitud tal que podría desencajar la correa de la ranura de la polea. En velocidades superiores a los 30 m/s se deberá utilizar poleas especiales que eviten este inconveniente.

Para el cálculo de la velocidad lineal de la correa se emplea la siguiente expresión:

$$V_t = (\pi * d * n) / 60000 \quad (\text{Ec. 2.7})$$

Dónde:

v_t es la velocidad lineal o tangencial de la correa, en m/s;

d es el diámetro de la polea menor, en mm; 70mm

n son las revoluciones por minuto (rpm) de la polea mayor; 1750 rpm

π , es el número pi (3,14159265)

Por lo tanto:

$$V_t = 6,41 \text{ m/s}$$

El valor obtenido para la velocidad lineal de la correa es válido al ser inferior a los 30 m/s.

2.9.15 Determinación del número de correas

Para el cálculo del número de correas resulta de dividir la potencia corregida ($P_c = 0,4$), entre la potencia efectiva (P_e). Es decir, que:

$$N^{\circ} \text{ de correas} = \frac{P_c}{P_e} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

La potencia efectiva (P_e) se calcula a partir de la potencia base (P_b) y los coeficientes correctores por longitud de correa (F_{cl}) y por arco de contacto (F_{cA}). De esta forma la expresión que proporciona la potencia efectiva es la siguiente:

$$P_e = P_b \cdot F_{cl} \cdot F_{cA} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

La potencia base (P_b) que puede transmitir una correa, según su perfil, están tabuladas en las tablas de cualquier fabricante de correas.

Tabla 2.10: Potencia base de la correa

Sección A													
N° R.P.M. De la polea menor	Prestación Base (en HP)												
	Diámetro primitivo de la polea menor (mm)												
	66	71	76	81	86	91	96	102	107	112	117	122	127
1160	0.54	0.59	0.84	0.99	1.13	1.28	1.42	1.56	1.70	1.84	1.98	2.12	2.26
1750	0.68	0.90	1.11	1.32	1.53	1.73	1.93	2.13	2.33	2.53	2.72	2.91	3.10
3450	0.85	1.21	1.57	1.91	2.25	2.57	2.88	3.19	3.48	3.76	4.02	4.28	4.52
200	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.48	0.51
400	0.26	0.32	0.38	0.43	0.49	0.55	0.60	0.66	0.71	0.77	0.82	0.88	0.93
600	0.35	0.43	0.52	0.60	0.68	0.76	0.84	0.92	1.00	1.08	1.16	1.23	1.31
800	0.43	0.53	0.64	0.75	0.85	0.95	1.06	1.16	1.26	1.37	1.47	1.57	1.67
1000	0.49	0.62	0.75	0.88	1.01	1.14	1.26	1.39	1.51	1.64	1.76	1.88	2.00

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Cristian Bravo

Para acceder a la información del coeficiente corrector de la longitud de la correa (F_{cl}), se ingresa con el tipo de correa y la longitud de la correa.

Tabla 2.11: Coeficiente corrector de longitud de la correa (F_{cl})

Sección de la correa						
Longitud correa	Z	A	B	C	D	E
75	-	1.02	0.97	0.87	-	-
80	-	1.04	0.98	0.89	-	-
81	-	1.04	0.98	0.89	-	-
85	-	1.05	0.99	0.90	-	-
90	-	1.06	1.00	0.91	-	-
96	-	1.08	1.02	0.92	-	-
97	-	1.08	1.02	0.92	-	-
105	-	1.10	1.04	0.94	-	-
112	-	1.11	1.05	0.95	-	-
120	-	1.13	1.07	0.97	0.86	-
128	-	1.14	1.08	0.98	0.87	-
144	-	-	1.11	1.00	0.90	-

Fuente: <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

Elaboración: Cristian Bravo

Para determinar el coeficiente corrector del arco de contacto (F_{cA}), es necesario conocer primero el ángulo de contacto aplicando la siguiente expresión:

$$A = 180 - 57 \frac{(D - d)}{E} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Dónde:

A es el ángulo de contacto sobre la polea menor, en °

E es la distancia entre ejes de poleas; 600mm

d es el diámetro de la polea menor; 70mm

D es el diámetro de la polea mayor. 600mm

Por lo tanto:

$$A = 108,65$$

Con este valor se ingresa a la siguiente tabla para determinar el coeficiente corrector (F_{cA}).

Tabla 2.12: Coeficiente corrector del arco de contacto (F_{cA})

Factor de corrección		
Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanalada/plana
110°	0.78	0.78
108°	0.77	0.77
106°	0.77	0.77
104°	0.76	0.76
102°	0.75	0.75
100°	0.74	0.74
98°	0.73	0.73
96°	0.72	0.72
94°	0.71	0.71
92°	0.70	0.70
90°	0.69	0.69

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Cristian Bravo

Con los valores obtenidos se procede a calcular la potencia efectiva con la ecuación 2.9. Por lo tanto;

$$P_e = 0.90 \cdot 1,06 \cdot 0,77$$

$$P_e = 0,734 \text{ HP}$$

Por consiguiente el número de correas se determina mediante la ecuación 2.8.

Entonces;

$$N^{\circ} \text{ de correas} = 0,4 / 0,734$$

$$N^{\circ} \text{ de correas} = 0,545$$

Para la transmisión con los previos parámetros se determina como resultado la necesidad de una correa.

2.11 Planteamiento de alternativas

La representación similar de un motor real se basó la construcción con materiales de fácil comercialización, caso contrario los materiales actualmente utilizados en el campo aeronáutico son de amplio costo y poca accesibilidad. Para la realización de la maqueta se concentró dos alternativas.

2.11.1 Primera Alternativa

El motor V-2500 del sistema de lubricación de operación manual.

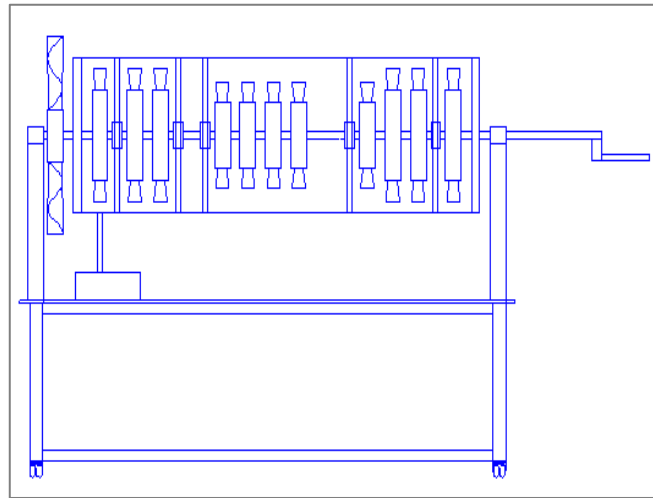


Figura 2.27: Motor V-2500 - operación manual

Fuente: Investigación de campo

2.11.1.1 Ventajas

- Menor complejidad en el proceso de construcción.
- Un menor tiempo de fabricación y terminación del prototipo.
- Disminución de costos.

2.11.1.2 Desventajas

- Es necesaria la aplicación de un esfuerzo físico para el funcionamiento.
- Presenta una menor visualización del sistema de lubricación motor V-2500.
- Para su operación se requiere de dos a tres personas.

2.11.2 Segunda Alternativa

El motor V-2500 del sistema de lubricación con operación automática.

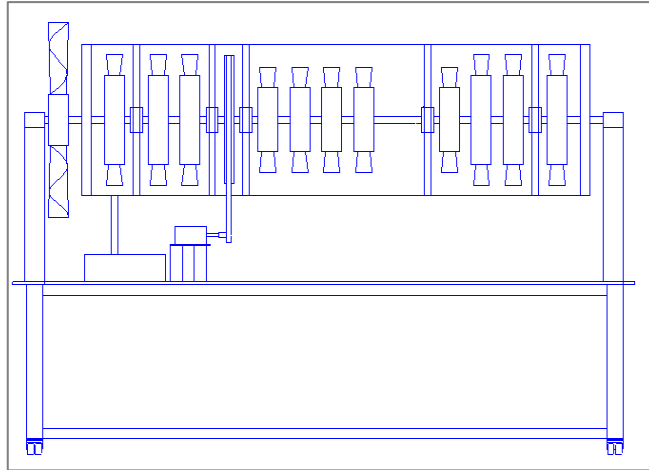


Figura 2.28: Motor V-2500 - operación automática

Fuente: Investigación de campo

2.11.2.1 Ventajas

- No se aplicará ningún esfuerzo físico.
- Mejor control para el encendido y apagado de la maqueta en forma directa.
- La visualización y análisis de la maqueta será apreciada con mayor interés.

2.11.2.2 Desventajas

- Mayor complejidad para la construcción.
- Su fabricación exige un mayor costo.
- Por aumento de elementos, la maqueta presenta mayor peso.

2.12 Estudio de factibilidad

Con el debido análisis de las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas se establece condiciones técnicas.

2.13 Parámetros de evaluación

Los parámetros a consideración son; el factor mecánico, económico y complementario. Cada aspecto se detalla a continuación.

2.13.1 Factor mecánico

- **Construcción:** Para la construcción de los elementos de la maqueta del sistema de lubricación deben caracterizarse por utilizar materiales óptimos, cumplir con los requerimientos de funcionalidad y seguridad.
- **Operación y control:** Todo mecanismo automático esta creado para facilitar el trabajo y esfuerzo del hombre.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento del prototipo debe ser accesible y con materiales de bajo costo pero cumpliendo los requerimientos de preservación.
- **Material:** Para el trabajo a realizar los materiales deben ser adecuados, recomendados y de fácil adquisición.
- **Transporte:** La movilización del prototipo debe ser con menor esfuerzo para reubicación de un lugar a otro.

2.13.2 Factor económico

- **Costo de construcción:** Los materiales necesarios para la forma y diseño de la maqueta de lubricación del motor V-2500 son encontrados con facilidad en diferentes puntos comerciales a costos moderados.

2.13.3 Factor complementario

- **Tamaño:** Se refiere al espacio ocupado por la maqueta en las instalaciones de la institución, el Bloque 42.
- **Forma:** La estética es de gran valor para la presentación de la maqueta con modelación a la visión real.

- **Factibilidad didáctica:** Aspecto visual del funcionamiento adecuado del sistema de lubricación.
- **Peso:** La cantidad de peso total finalizada la maqueta.

2.14 Matriz de evaluación

Tabla 2.13: Matriz de evaluación

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	F. POND	ALTERNATIVAS			
		A.1	A.1XFP	A.2	A.2XFP
Factor mecánico					
Construcción	0,8	0,5	0,40	0,8	0,64
Facilidad de operación y control	0,7	0,5	0,35	0,7	0,49
Mantenimiento	0,6	0,6	0,36	0,8	0,48
Material	0,8	0,6	0,48	0,8	0,64
Transporte	0,9	0,5	0,45	0,9	0,81
Factor económico					
Costo de construcción	0,8	0,6	0,48	0,9	0,72
Factor complementario					
Tamaño	0,6	0,6	0,36	0,7	0,42
Forma	0,7	0,5	0,35	0,8	0,56
Factibilidad didáctica	0,8	0,3	0,24	0,8	0,64
Peso	0,7	0,6	0,42	0,7	0,49
TOTAL			3,89		5,89

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Cristian Bravo

2.15 Selección de la mejor alternativa

Finalizado con el estudio técnico, el análisis de alternativas y evaluación de parámetros, se determina la alternativa 2 como la mejor opción para construir la maqueta del sistema de lubricación del motor V-2500.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

La adquisición de un motor real V-2500 se encuentra extremadamente limitada por situación de costos y trámites correspondientes, además para la identificación de los diferentes sistemas del motor es de forma restringida, por tal razón su interpretación puede ser lograda a través de maquetas.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico establece su estudio a nuevas tendencias aeronáuticas a través de la manipulación y visualización dinámica de prototipos para complementar fundamentos teóricos.

3.2 Situación actual

La maqueta del sistema de lubricación del motor general ubicado en la Biblioteca de Motores, presenta desgaste de materiales, operación deficiente, escasa señalización y como modelo de instrucción se encuentra inoperativo.

Una vez revisado la falta de material didáctico para el taller de mecánica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico se optó por la construcción de una maqueta del sistema de lubricación con la innovación del motor V-2500 operativo en los aviones Airbus A-320.

3.3 Diseño

3.3.1 Diseño motor V-2500

Presenta un doble flujo axial con secuencia del flujo primario y secundario. El motor V-2500 presenta el conjunto rotor N1 y N2 con las siguientes características:

- El fan es de una etapa.
- La sección compresor LP está provisto de tres etapas.
- La sección compresor HP está representado por cuatro etapas.
- La sección turbina HP tiene una etapa.
- La sección turbina LP presenta tres etapas.

3.3.2 Diseño sistema de lubricación motor V-2500

- El tanque de aceite tiene una capacidad de un galón.
- La bomba envía el aceite a circulación por el sistema.
- El filtro de presión.
- El enfriador de aceite aire/aceite ACOC con aletas de refrigeración.
- El Intercambiador de calor combustible/aceite FCOC está construido con seccionamientos de láminas de aluminio y tubería de bronce.
- Los cojinetes ubicados en tres compartimientos.
- La bomba de recuperación es visualizado como un solo componente aloja todo el aceite utilizado y reenviado al reservorio.
- El filtro de recuperación.

3.4 Construcción

La construcción fue realizada a un aspecto visual tomado del motor real V-2500 por medio de fotos, manuales y tiempo actual. El diseño de la maqueta influyó a utilizar diversos materiales porque cada componente presenta forma, dimensión, y función independiente. La maqueta del motor es construida a la mitad de las

medidas reales del motor V-2500. Para el conjunto rotor el número de discos se relaciona a la mitad de los rotores existente en el motor real. (VER ANEXO A).

3.4.1 Discos del conjunto rotor Motor V-2500

3.4.1.1 Medición y trazado

La medición para los tambores del compresor y turbina se realizó con un flexómetro y un rayador en punta. En la plancha de tol negro se diferencié dos tamaños, para representar el conjunto rotor N1 y el conjunto rotor N2.



Figura 3.1: Medición y trazado

Fuente: Investigación de campo

Para formar los tambores se inició con seis cuadrados de 35 cm para el conjunto rotor de N1 y cinco cuadrados de 25 cm para conjunto rotor de N2. Luego se procedió a remarcar el centro de los cuadrados y realizar el rayado de la circunferencia con un compás de acuerdo a la limitación de las medidas.

3.4.1.2 Cortado a cizalla

Una vez realizado la medición se corta cada círculo en la cizalla manual. Primero el cortede todos los cuadrados después cada uno de sus extremos y cortes cada vez más cercanos al rayado para dar facilidad en el corte de las circunferencias. Con el objeto de cortar la forma circular, sujetar firmemente y con movimientos lentos se gira el material de diferentes maneras. (VER ANEXO D)



Figura 3.2: Corte a cizalla
Fuente: Investigación de campo

3.4.1.3 Proceso de enderezamiento

Con los tambores cortados se forma una cierta deformación en las puntas, con el fin de conservar la superficie plana se usó un yunque y martillo de bola, con repetitivos golpes en las secciones afectadas se logró pasar el inconveniente.

Una vez enderezados los tambores se procedió a limar toda la circunferencia para eliminar restos de metal adherido a los bordes y para evitar cortes en su manipulación. Previamente con los equipos necesarios para la protección personal. (VER ANEXO B)



Figura 3.3: Enderezamiento
Fuente: Investigación de campo

3.4.1.4 Base de los discos

Para formar el contorno de los tambores del conjunto rotor se utilizó platina de 2" y para el corte del mismo previamente se procedió al cálculo del perímetro de cada una de las circunferencias.

$$P_c = 2\pi r \quad (\text{Ec. 2.11})$$

Dónde:

P_c : Perímetro de la circunferencia

π : es un valor constante "pi" de 3,1415

r : radio de la circunferencia

Datos:

1) radio = 17,5 cm

$$P_c = 2\pi(17,5)$$

$$P_c = 109,96 \text{ cm}$$

2) radio = 12,5 cm

$$P_c = 2\pi(12,5)$$

$$P_c = 78,54 \text{ cm}$$

Así es que los cortes de la platina con el arco de sierra, para los tambores pequeños de 78,5 cm y para los tambores grandes de 110 cm.



Figura 3.4: Corte sierra manual

Fuente: Investigación de campo

3.4.1.5 Proceso de suelda para la base

Se traza el centro de la platina a lo largo para ubicar el tambor de tol para la suelda. En vista de mantener fijo los elementos mientras se produce la soldadura, se suelda un eje de transmisión pequeño en el centro de la circunferencia, esto ayuda a fijar el tambor en la entenalla. Faltaría sujetar manualmente la platina para soldarlo en el tambor, la suelda utilizada, MIG, en donde el primer punto de suelda fue al inicio de la platina y continuando a una distancia de 1/8 del círculo.

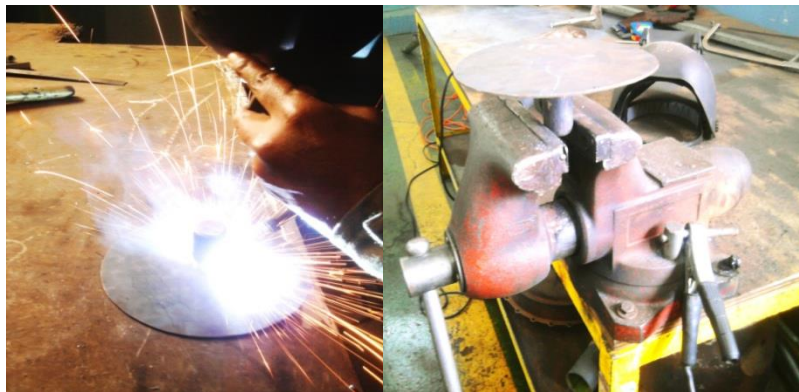


Figura 3.5: Soldadura MIG – Fijación

Fuente: Investigación de campo

La platina toma la forma del contorno del tambor mediante fuerza aplicada hacia el centro de la circunferencia cada punto de suelda se realiza según el tipo de dobladura y sujeción necesaria para conservar la unión mientras se procede con el siguiente tramo. (VER ANEXO E).



Figura 3.6: Soldadura tambor – platina

Fuente: Investigación de campo

En la unión final de la platina se aplica una mayor fuerza con una prensa y después la suelda eléctrica. Seguidamente se procede a pulir las escorias producidas por la suelda con la amoladora y el disco de pulido, mientras en secciones pequeñas con la lima plana.



Figura 3.7: Esmerilado

Fuente: Investigación de campo

3.4.2 Fan

Para realizar el rotor del fan se utilizó el mismo procedimiento para realizar un tambor de compresor o turbina. Simplemente el tambor tiene un radio de 10 cm, realizado en tol negro del mismo material, tomando la medida de un cuadro de la misma medida anterior, para el corte de la platina, la medida se calculó con la ecuación 2.11:

$$P_c = 62,83 \text{ cm}$$



Figura 3.8: Tambor Fan

Fuente: Investigación de campo

3.4.3 Álabes

La cantidad de álabes se especifica de acuerdo a los siguientes parámetros:

Tabla 3.1 Álabes

Cantidad	Descripción	Distancia entre álabes	Total de álabes
6	Tambor mayor	35mm	32
5	Tambor menor	30mm	30
1	Fan	25mm	25

Elaboración: Cristian Bravo

Fuente: Maqueta en construcción

Para la elaboración de los álabes en una plancha de tol se partió de medidas rectangulares de 10cm de largo y 4cm cm de ancho. Para el corte cizalla se cortó inicialmente todas las tiras, y después cada álabe según la medida trazada. Dado que cada rectángulo cortado presento desigualdades debido al corte, se enderezo en el yunque.

El total de álabes son 342 unidades, para los seis tambores de mayor diámetro son 192 unidades y para los cinco tambores de diámetro menor son 150 unidades, mientras tanto para el fan se forma con los 25 álabes indicados.

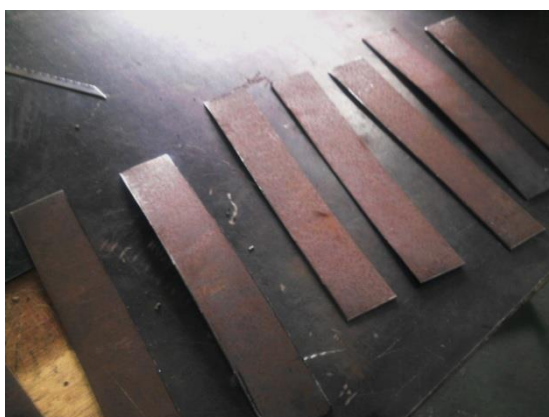


Figura 3.9: Corte de los álabes

Fuente: Investigación de campo

Luego, a cada rectángulo se le traza cinco milímetros de cada esquina y cada punto rayado se unió con el extremo del borde superior. Para agilizar el proceso de corte el trazo de cada línea se da en diferente cara del rectángulo.

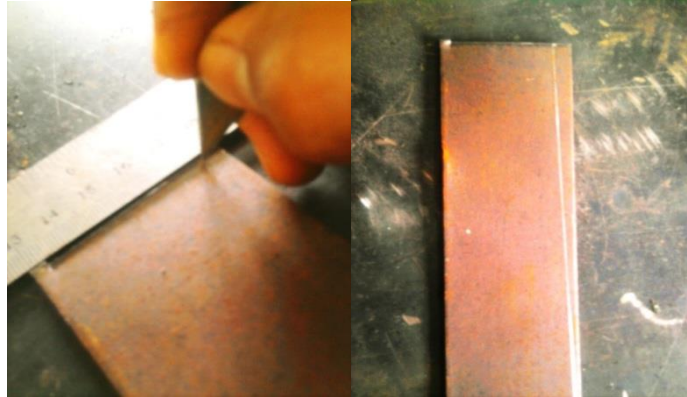


Figura 3.10: Trazado y medición de álabes

Fuente: Investigación de campo

Una vez realizado el corte se procede a medir una distancia de doblado de dos centímetros y señalar el centro para el proceso de suelda en la platina.



Figura 3.11: Corte del álabe – Trazado del dobléz

Fuente: Investigación de campo

Para evitar molestias en el proceso se pasó una broca de menor diámetro, en este caso de 3mm, y después la broca necesaria con el taladro de pedestal, para evitar el recalentamiento del material se usa aceite soluble de un color amarillo, al mismo se mezcla con agua.

Una cantidad menor a un cuarto del aceite en unos dos galones de aguay tomara un color blanquecino denominado taladrina. VER ANEXO B



Figura 3.12: Perforación - Esmerilado

Fuente: Investigación de campo

Con la perforación del material y el esmerilado correspondiente, se dobla el álabe en ángulo recto en la entenalla y golpes con un martillo de bola.



Figura 3.13: Doblado del álabe

Fuente: Investigación de campo

Para los álabes del fan se realiza el mismo procedimiento pero con una medida rectangular de 30 cm de largo y 5 cm de ancho. A cada extremo se trazó una inclinación de cinco milímetros.



Figura 3.14: Álaves del fan
Fuente: Investigación de campo

Para la ubicación de cada álabe en el perfil del tambor se utilizó una matriz con la medida especificada anteriormente.



Figura 3.15: Medición y trazado separación entre álaves
Fuente: Investigación de campo

3.4.4 Soldadura tambores y álaves

Para soldar los dos elementos se utilizó suelda eléctrica con electrodo revestido. se procedió a pulir cada escoria y desigualdad superficial con una lima cuadrada.



Figura 3.16: Suelda tambores y álaves
Fuente: Investigación de campo

Los álabes del fan se ajustaron un ángulo de torsión para diferenciarlo del conjunto rotor, aplicando un giro de torsión con la fijación del alicate de presión ubicándolo a una distancia de diez centímetros de la base. (VER ANEXO J)

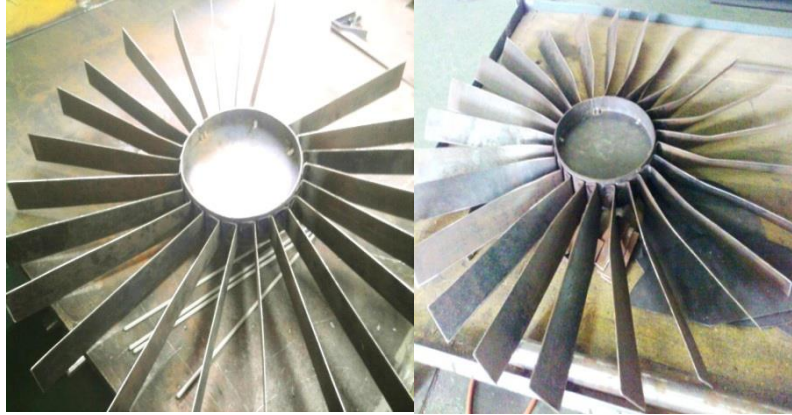


Figura 3.17: Ángulo del fan

Fuente: Investigación de campo

3.4.5 Eje de transmisión principal y bocines

Puesto que los rotores; compresor, turbina y fan, están terminados lo siguiente es acoplarlos en el eje de transmisión, la distribución de distancias se toma de acuerdo a la sección del compresor de baja presión, el compresor de alta presión, la cámara de combustión, la turbina de alta presión, la turbina de baja presión y la sección del fan, aumentando una distancia para la ubicación de chumaceras y el armazón circular para el recubrimiento exterior. (VER ANEXO J)



Figura 3.18: Eje de transmisión principal

Fuente: Investigación de campo

Con el eje de transmisión principal de 1,50 m se procedió a torner los extremos base. Para ubicar cada tambor en forma perpendicular al eje principal se resolvió situar bocines de 1 5/8" de diámetro exterior y 1 1/4" de diámetro interno con el proceso del torno correspondiente, de longitud siete centímetros. (VER ANEXO F)



Figura 3.19: Proceso de torno - bocines

Fuente: Investigación de campo

En el proceso de torno para evitar el recalentamiento del material se usa la taladrina. Una vez terminado los bocines se realiza un agujero para ubicar el prisionero, el mismo que sujetara el tambor al eje principal durante el movimiento rotacional.



Figura 3.20: Perforación – prisionero

Fuente: Investigación de campo

Cada prisionero M8 x 16 se ubicó a dos centímetros del extremo de los bocines, para realizar el agujero se trazó y remarcó el centro para pasar una broca de 8mm, después pasar el machuelo de 3/8" de rosca gruesa. (VER ANEXO G)



Figura 3.21: Alojamiento de los Prisioneros

Fuente: Investigación de campo

Con el objeto de soldar el bocín al tambor se procedió perforar un agujero de 1 5/8", se utilizó una herramienta diseñada en el taller. La herramienta se formó con una cuchilla afilada, una broca como eje y el taladro eléctrico. (VER ANEXO C)



Figura 3.22: Proceso de corte para el bocín

Fuente: Investigación de campo

Para cortar el círculo trazado se remarca el centro, primero pasa la broca y con repetitivos giros de la cuchilla se corta el tol hasta obtener el agujero. Cuando la perforación está completa se lima cada agujero.



Figura 3.23: Perforación 1 5/8" para el bocín

Fuente: Investigación de campo

Posteriormente, se procede a soldar cada bocín con un tambor. El tambor debe mantener una posición firme referente al eje de transmisión principal, porque en el movimiento rotacional debe mantener la velocidad de transmisión. Para la suelta se utilizó una guía, un tubo de mayor diámetro que los bocines.



Figura 3.24: Guía de suelta tambor - bocín

Fuente: Investigación de campo

Después de cada suelta se pasó un cepillo de alambre para la limpieza de agentes de corrosión y el limado interior de cada bocín con el enginetool, de tal manera se procede a un ingreso uniforme. (VER ANEXO C).



Figura 3.25: Limpieza de la soldadura

Fuente: Investigación de campo

3.4.6 Zincado

Para evitar la corrosión, a cada uno de los rotores y el fan se aplicó un tratamiento superficial denominado galvanizado al frío o zincado, se procuró mantener un fino acabado y además la protección del material.

Para realizar este proceso se pesa todo el conjunto rotor incluido la construcción de los bocines, con un total de sesenta y cinco kilogramos, una vez realizado el proceso se limpia el interior del bocín para un ingreso adecuado.



Fuente: Investigación de campo

Figura 3.26: Zincado

3.4.7 Armazón trapezoidal del conjunto rotor

Para el futuro movimiento rotacional del conjunto rotor se utiliza en cada extremo una chumacera, para lo cual se adecuó un armazón, en donde se fijarán las mismas y a su vez el soporte del conjunto rotor.

Lleva una forma trapezoidal construida con ángulo estructural y en la base de unión con el tablero se utilizó platina. Las medidas se determinaron a través del ancho del motor con todo el recubrimiento. (VER ANEXO J)

Tabla 3.2 Dimensiones del armazón trapezoidal

Nº	Descripción	A	B	C	D
1	Estructura trapezoidal	60cm	50cm	60cm	80cm

Fuente: Maqueta en construcción

Elaborado: Cristian Bravo

El ángulo estructural L, se cortó a las medidas especificadas en la englateadora. El ángulo gradual formado entre A y B se lo dividió para dos, por lo tanto el corte

se realiza a un ángulo de 50 grados, la misma situación entre B y C, para el trazo de los ángulos se utilizó un transportador de ángulos. En el caso del ángulo entre C y D se trazó el definido previamente, 80 grados, e igual proceso entre D y A.

La soldadura del material es realizado con electrodo revestido. En la platina se realiza las perforaciones para empernar y sujetar la estructura a la mesa.

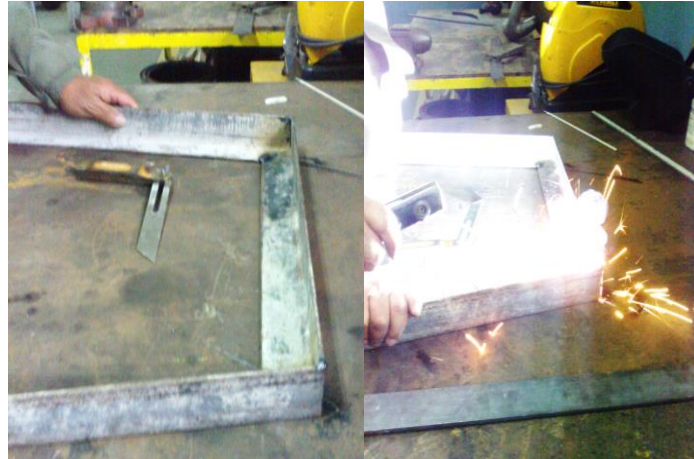


Figura 3.27: Construcción armazón trapezoidal

Fuente: Investigación de campo

Dado que se produce escorias en el proceso, se pule cada unión y los bordes rectos de la platina se lima con la intención de mejorar su aspecto además de un lijado a toda la estructura.

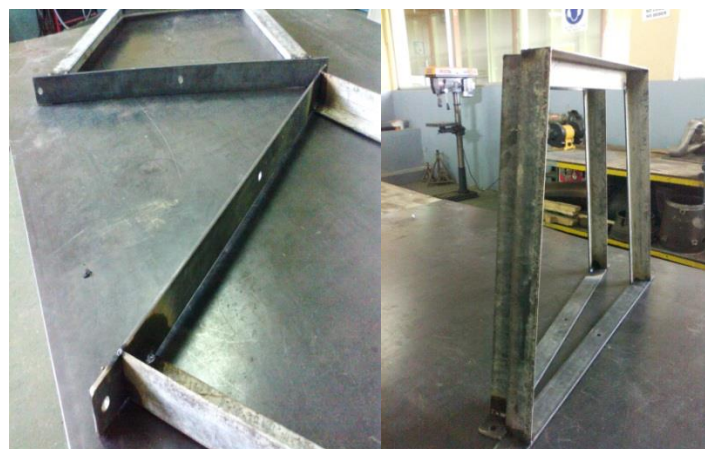


Figura 3.28: Estructura trapezoidal

Fuente: Investigación de campo

3.4.8 Banco de soporte

Las dimensiones de la mesa se determinaron mediante parámetros de visualización para la estatura de una persona promedio, para el análisis del motor V-2500 y su sistema de lubricación.

Tomando en cuenta la altura de 1.7 m, se inicia la relación de medidas, entre la ubicación del motor con el armazón estructural y la comodidad visual de la persona. Mientras tanto el ancho y largo de la mesa se toma a razón de las medidas del motor con el recubrimiento y componentes. (VER ANEXO J).

Las cargas del banco están específicamente en los armazones estructurales en los cuales se encuentra alojado todo el conjunto rotor, claramente se ejercerá mayor trabajo por el peso total al momento de ser acoplado en el tablero y el banco.

Tabla 3.3 Dimensiones del banco

Nº	Descripción	Longitud (m)	Ancho (m)	Altura (m)
1	Estructura	1,50	1,10	0,60
2	Tablero	1,56	1,16	15mm (e)

Fuente: Maqueta en construcción

Elaboración: Cristian Bravo

El tablero será de triplex como base a varios accesorios de la maqueta y generalmente, la estructura superior, las patas, travesaños y la base inferior donde se ubicaran las garruchas, va a estar constituida de ángulos tipo L, que garantiza una durable resistencia, de acuerdo a información recopilada. (VER ANEXO G)

El ángulo estructural L, se cortó a las medidas especificadas con un ángulo de 45 grados para formar el rectángulo, mientras tanto para las patas, travesaños y la

base para las garruchas el corte es en forma recta. Las garruchas tienen un vástago para el empernado, con una perforación en cada esquina se fijó.

Tabla 3.4 Dimensiones de los materiales del banco

Material	N°	Longitud (m)	Descripción
Ángulo estructural tipo L de acero	2	1,50	Rectángulo estructural superior
	2	1,10	
	4	0,60	Patas
	2	1,00	Base de garruchas
	2	1,48	Travesaños

Fuente: Maqueta en construcción

Elaboración: Cristian Bravo



Figura 3.29: Banco estructural

Fuente: Investigación de campo

Después se esmerila cada escoria sobresaliente y con la estructura terminada se procedió a lijar para la aplicación de pintura.



Figura 3.30: Banco estructural terminado

Fuente: Investigación de campo

3.4.9 Condiciones para el ensamblaje del conjunto rotor

El ensamblaje se debe dar entre el armazón trapezoidal, las chumaceras, la mesa, el conjunto rotor y el eje de transmisión principal. Pero una vez realizado el ensamblaje, para aumentar algún accesorio necesario en el eje principal sería una situación incómoda y demasiado complicada, por tal razón se analizó si algún otro elemento debe ingresar junto con el conjunto rotor.

Y por consiguiente se adicionará en el eje de transmisión principal; los cojinetes del motor, la polea mayor para la transmisión y la base del recubrimiento exterior del motor.

3.4.10 Cojinetes

Cada cojinete está formado con tubo de tres centímetros de longitud, cada corte se realizó en la englateadora. El paso del líquido a través del cojinete es por la manguera trenzada mediante dos agujeros, en la parte superior e inferior.

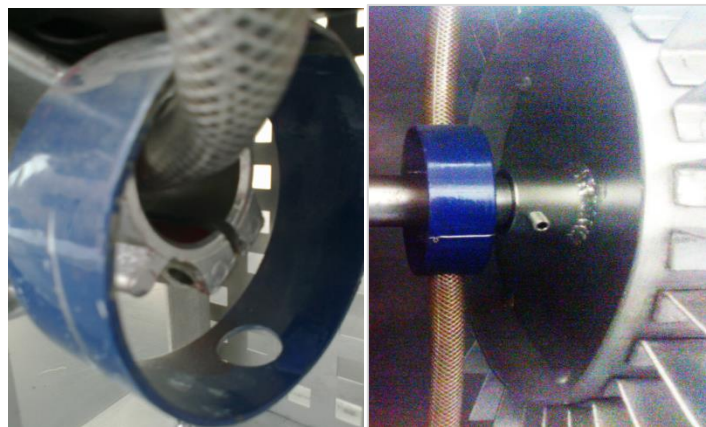


Figura 3.31: Cojinete

Fuente: Investigación de campo

Por supuesto cada cojinete debe presentar un soporte fijo para evitar el movimiento rotacional, de manera que se suelda una varilla lisa y redonda en la parte inferior del cojinete. (VER ANEXO J)

3.4.11 Armazón circular del recubrimiento exterior

El recubrimiento exterior debe evitar el movimiento giratorio del conjunto rotor, así que se diseñó un armazón circular, porque el recubrimiento lleva esa forma después del proceso de barolado, para la construcción se elige dos bocines con un diámetro mayor al eje de transmisión principal. El asiento del barolado y los radios se efectuó con platina, la suelda de la estructura es con electrodo revestido. (VER ANEXO J).



Figura 3.32: Armazón circular

Fuente: Investigación de campo

3.4.12 Poleasy banda de transmisión

Las poleas para la transmisión del conjunto rotor se adecuaron de acuerdo a los cálculos previos. Cada elemento del sistema se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 3.5 Elementos de transmisión

Orden	Descripción	Característica
1	Polea menor	70mm
2	Polea mayor	600mm
3	N revoluciones polea mayor	210RPM
4	N revoluciones polea menor	1750RPM
5	Banda de transmisión	Trapezoidal A92
6	Motor eléctrico de transmisión	1/3 HP

Fuente: Maqueta en construcción

Elaboración: Cristian Bravo

3.4.13 Polea Mayor

La polea mayor va instalada en el eje de transmisión principal a cincuenta centímetros del extremo. En la polea se realiza el agujero con diámetro del eje principal, cuatro perforaciones en la base cilíndrica, con el fin de fijarlo mediante pernos de rosca fina.



Figura 3.33: Polea mayor

Fuente: Investigación de campo

3.4.14 Ensamblaje del conjunto rotor

Se procedió a ensamblar el armazón trapezoidal, las chumaceras, la mesa, el conjunto rotor y el eje de transmisión principal, incluyendo la ubicación de los cinco cojinetes, el armazón circular, la polea de 60cm de diámetro y la banda trapezoidal. (VER ANEXO J)

Tabla 3.6 Orden de ensamblaje

Orden	Descripción	Material
1	Tablero- Banco estructural	Pernos
2	Armazón trapezoidal - Banco	Pernos
3	Eje principal- Elementos y accesorios	Aceite
4	Chumaceras - Armazón Trapezoidal	Pernos

Fuente: Maqueta en construcción

Elaboración: Cristian Bravo



Figura 3.34: Ensamblaje del conjunto rotor

Fuente: Investigación de campo

3.4.15 Recubrimiento exterior del motor

Para el recubrimiento se utiliza una plancha de tol barolado con un diámetro de 59 cm. El recubrimiento se ubica en los dos armazones circulares ubicado uno después del fan y el otro en el extremo posterior, para la sujeción se usó remaches.

Anteriormente se procedió a pintar porque una vez instalado sería un reto realizar un acabado parejo, la parte externa de un color gris mientras la sección interna de un tono más claro.



Figura 3.35: Recubrimiento exterior

Fuente: Investigación de campo

Es necesario evitar la rotación del recubrimiento, por lo tanto se suelda una platina en la parte posterior del motor entre el radio del armazón circular y el armazón trapezoidal. Una vez instalado y fijado el recubrimiento exterior del conjunto rotor se procede a soldar las varillas de soporte de los cojinetes para de igual forma evitar la rotación de todos los cojinetes excepto en la caja de accesorios.



Figura 3.36: Fijación del recubrimiento exterior

Fuente: Investigación de campo

3.4.16 Cámara de combustión

La cámara de combustión está elaborada en lámina perforada con forma circular y 10 cm de ancho. Se mantiene en forma fija para evitar la rotación, por tal razón se perfora pequeños agujeros en el recubrimiento y se sujeta con alambre de freno a una tensión adecuada, se realizó cuatro puntos. Se pinta de color rojo característica propia del componente. (VER ANEXO J)

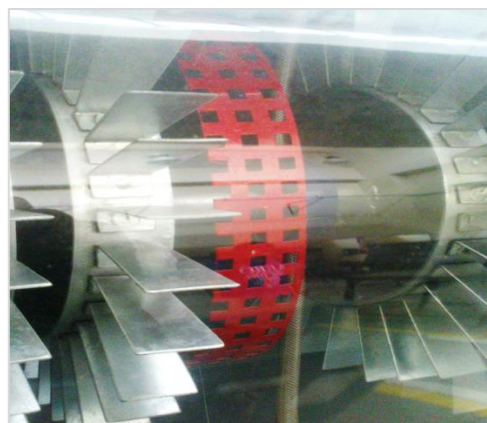


Figura 3.37: Cámara de combustión

Fuente: Investigación de campo

3.4.17 Instalación del motor eléctrico para la transmisión

Para la instalación del motor eléctrico se procedió a partir de los datos anteriormente calculados. La distancia entre poleas es de 500mm y el ajuste de tensión de la banda 25mm. El motor transmite el movimiento a la polea menor de 60mm por lo tanto se realizó el proceso de fijación por un proceso de torno se ajustó una chavetera en la parte interna de la polea.

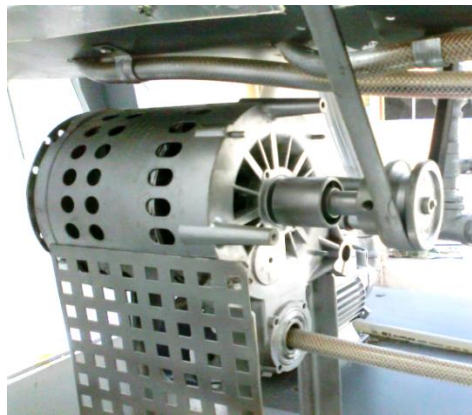


Figura 3.38: Motor eléctrico de transmisión

Fuente: Investigación de campo

El motor se sujetó en una base similar a su forma, construida con platina y ángulos estructurales, se ubicó perpendicular a la polea mayor.

Para la fijación contra el banco se usó pernos entre la base de tol y el tablero. En la parte posterior y lateral lleva una protección de lámina perforada. La tensión para la banda se logró mediante fuerza externa al momento de la instalación. (VER ANEXO J).

3.4.18 Componentes del sistema de lubricación del motor V-2500

3.4.18.1 Tanque

El tanque está formado de hierro, con una capacidad de un galón. En los puntos de salida y sobrepresión se suelda un neplo roscado para instalar las mangueras.

Presenta características como:

- Punto de llenado
- Indicador de nivel
- Un respiradero
- Punto de salida del líquido
- Punto de retorno del líquido



Figura 3.39: Reservorio de aceite

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.2 Bomba y filtro de presión

La bomba de presión seleccionada es del tipo centrífuga, como la bomba de agua. La bomba de agua admite características para un sistema de recirculación sin admitir el aumento de una bomba para el retorno del líquido.



Figura 3.40: Bomba de presión

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.3 Instalación de una válvula de derivación

A la salida de la bomba el líquido se divide en dos vías mediante la instalación de una válvula de derivación para la instalación de una válvula unidireccional cambiando así el flujo continuo a variable, cerrando o abriendo parcialmente la válvula de paso, con el objeto de visualizar el transcurso del aceite por los diferentes componentes.



Figura 3.41: Derivación del fluido

Fuente: Investigación de campo

Para la instalación se parte de una derivación de 1", un reductor de 1" a 1/2", la válvula unidireccional, un aumento de 1/2" a 1" y un nepló de 1" para ubicar la manguera hacia el tanque. En cada unión de los elementos de tubería se utilizó teflón y pegamento RED RTV silicone. (VER ANEXO D). A continuación se reduce el caudal de salida con un reductor de 1" a 3/8", y un nepló de 3/8" para la instalación de la manguera.



Figura 3.42: Manguera trenzada

Fuente: Investigación de campo

La manguera 3/8" es del tipo trenzado para evitar rotura en su manipulación de forma transparente para la observación del líquido. Mientras para la purificación del líquido se hace a través del filtro, el mismo retiene cualquier contaminación para evitar caída de presión o discontinuidad del fluido y daños en el resto de componentes del sistema.

3.4.18.4 Enfriador de aceite por aire ACOC

El enfriador de aceite está construido con cañerías y paredes de aluminio, de una forma rectangular de 40cm de largo y 17cm de ancho, contiene la cantidad suficiente de baffles para transmitir la baja temperatura del flujo de aire producido por el fan.

A la entrada y salida del fluido por el ACOC se hizo el empalme de una manguera transparente para observar la fluidez. Para evitar fugas, en toda conexión se utiliza abrazaderas. (VER ANEXO C)

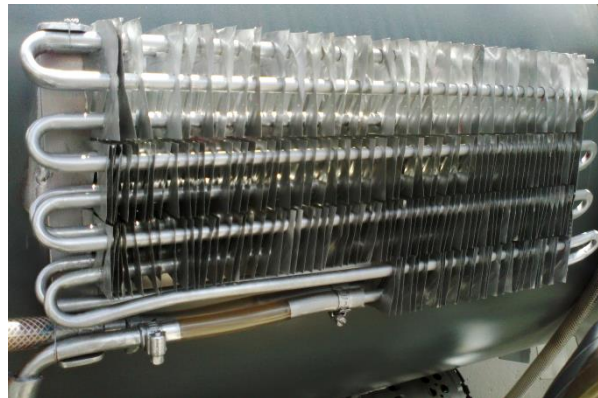


Figura 3.43: ACOC

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.5 Enfriador de aceite por combustible FCOC

La construcción se formó con rectángulos de cuatro agujeros y rectángulos de dos perforaciones cada uno en aluminio. En los rectángulos de mayor tamaño se realiza una perforación adicional para el paso de la manguera trenzada.

La cañería de combustible pasa por dos agujeros diagonales de los rectángulos de mayor tamaño y por un agujero de los rectángulos de menor tamaño.

Tabla 3.7. Dimensiones del FCOC

Descripción	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Cantidad
Rectángulo de cuatro perforaciones	12	8	34
Rectángulo de dos perforaciones	5	8	64

Fuente: Maqueta en construcción

Elaboración: Cristian Bravo

Es conveniente pasar una tubería en los agujeros restantes para aumentar la fijación de todas las placas y establecer un componente compacto, sin olvidar los topes en los extremos. El FCOC tiene una extensión relacionada al ACOC con una longitud de 45cm y de ancho 26cm, para el intercambiador de calor aceite/combustible se soporta en una platina soldada en el recubrimiento del motor.

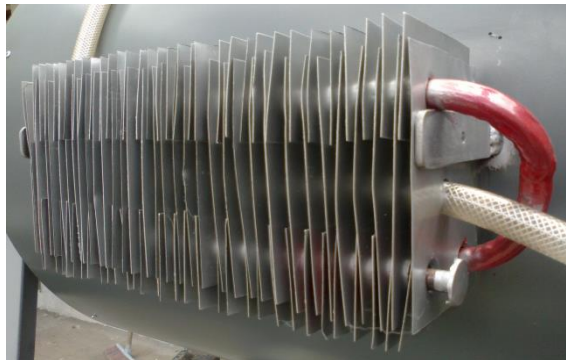


Figura 3.44: FCOC

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.6 Distribución del aceite a los cojinetes

El aceite pasa por los cinco cojinetes del motor y conjuntamente a la caja de accesorios, de modo que la manguera trenzada viene del FCOC se divide en seis puntos. El ingreso de la manguera a los cojinetes es por agujeros realizados en la

parte superior del recubrimiento y la salida por la parte inferior, cada segmento se procede a unir mediante acoples en T y arcos de sujeción.

La manguera se fija a los cojinetes por los dos agujeros, entrada - salida, se entorchó con alambre de freno la manguera contra el cojinete obteniendo la forma curva, así evitar el roce con el eje de transmisión principal. (VER ANEXO D)



Figura 3.45: Distribución del aceite a los cojinetes

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.7 De-oiler

El de-oiler está construido en tubo de acero y los extremos son cubiertos con base circulares además de una perforación de 3/8 para el paso de la manguera.



Figura 3.46: De-oiler

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.8 Bomba de recuperación

La bomba de recuperación se elabora como un solo componente, en donde ingresa el aceite de los cinco cojinetes del motor y del conjunto de accesorios.



Figura 3.47: Desnivel de la bomba de recuperación

Fuente: Investigación de campo

Cada manguera llega a una toma de ingreso, seis tubos de cobre de $\frac{1}{4}$ " , cada uno es soldado a un tubo de cobre de 1" para formar un acumulador con una caída a desnivel pasa a una salida común para dirigirse al filtro de recuperación y después retornar al reservorio. (VER ANEXO J).



Figura 3.48: Bomba de recuperación

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.9 Filtro de recuperación

El filtro de recuperación se encuentra antes del retorno al reservorio de aceite, y se ubica después de la bomba de recuperación para evitar la acumulación de

impurezas hacia el tanque, purifica el líquido para un ingreso limpio hacia la recirculación del sistema.



Figura 3.49: Filtro de recuperación

Fuente: Investigación de campo

La manguera hacia el retorno ingresa por un orificio en la parte superior del reservorio.



Figura 3.50: Línea de retorno

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.10 Instalación de los componentes del sistema de lubricación al motor V-2500

A continuación se especifica la instalación de cada elemento con el método correspondiente y la sujeción necesaria. (VER ANEXO J)

Tabla 3.8 Instalación de componentes del sistema de lubricación

Componente	Método	Sujeción
Tanque	Platina en forma []	Suelda, Pernos
Bomba de presión	Perforación tablero	Pernos
Filtro de presión	Perforación filtro	Fijación a presión
ACOC	Platina en forma []	Suelda, Alambre de freno
FCOC	Platina en forma []	Suelda, Alambre de freno
Distribución de cañerías	Ganchos simples	Tornillos
Cojinetes	Varilla redonda	Suelda
Bomba de recuperación	Armazón tol	Pernos
Filtro de recuperación	Perforación filtro	Fijación a presión

Fuente: Maqueta en construcción

Elaboración: Cristian Bravo

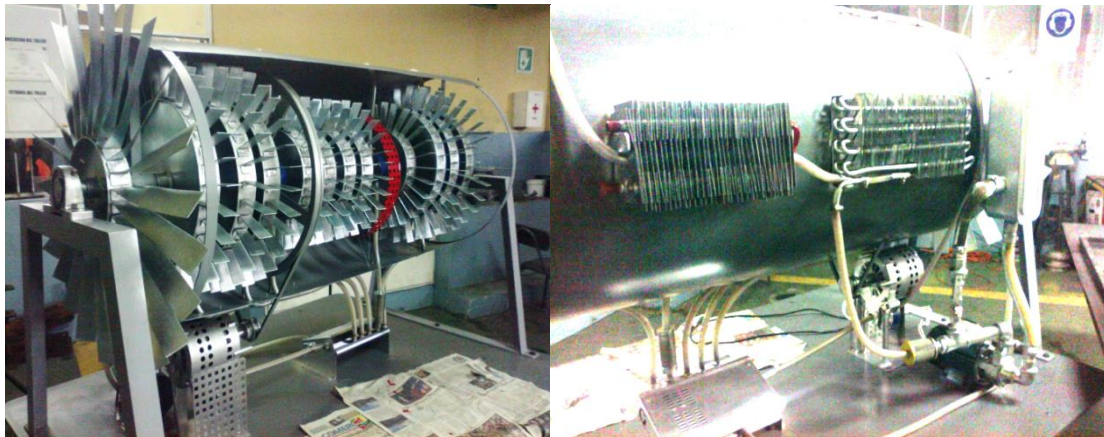


Figura 3.51: Instalación de componentes del sistema de lubricación

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.11 Recubrimiento transparente y señalización

El motor tiene un recubrimiento de acrílico en la parte frontal, es instalado con tornillos autoroscantes, cuatro en la parte inferior y superior mientras en la platina del armazón circular se atornilla tres.

El fan tiene una protección circular del mismo material, es empernado en el armazón trapezoidal.



Figura 3.52: Recubrimiento transparente

Fuente: Investigación de campo

La señalización es tipo adhesivo; sentido de giro, advertencias y nombres de cada componente tanto del motor como del sistema de lubricación.



Figura 3.53: Señalización

Fuente: Investigación de campo

3.4.18.12 Controles eléctricos

El suministro de energía para la maqueta es 110v AC, para la elección del cable se basa en las características del motor eléctrico de arranque y de la bomba.



Figura 3.54: Instalación de interruptor
Fuente: Investigación de campo

El cable pasa por debajo del tablero, después llega a cada interruptor de encendido, cada pulsador de activación está instalado de forma independiente con pernos de sujeción a la mesa y finalmente la extensión hacia la conexión de los enchufes. (VER ANEXO I)



Figura 3.55: Pulsador de activación
Fuente: Investigación de campo

3.5 Codificación de máquinas, herramientas y materiales

Tabla 3.9: Codificación de máquinas

Nº	Maquina	Código
1	Cizalla manual	M1
2	Yunque	M2
3	Esmeril	M3
4	Suelda eléctrica MIG	M4
5	Suelda eléctrica	M5
6	Amoladora	M6
7	Taladro de pedestal	M7
8	Torno	M8
9	Enginetool	M9
10	Englateadora	M10
11	Taladro pedestal soporte fijo	M11
12	Taladro eléctrico	M12
13	Taladro de batería	M13
14	Compresor	M14
15	Suelda oxiacetilénica	M15
16	Dobladora	M16

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cristian Bravo.

Tabla 3.10: Codificación de herramientas

Nº	Herramienta	Código
1	Flexometro	H1
2	Rayador	H2
3	Regla	H3
4	Punta de acero	H4
5	Martillo de bola	H5
6	Compas	H6
7	Lima plana	H7
8	Sierra	H8
9	Entenalla	H9
10	Prensa	H10

11	Escuadra	H11
12	Playo de presión plana	H12
13	Machuelo	H13
14	Limatón	H14
15	Cepillo de alambre	H15
16	Transportador de ángulos	H16
17	Remachadora	H17
18	Playo de presión	H18
19	Llave de Tubo	H19
20	Entorchador	H20
21	Llaves mixtas	H21
22	Cortador de tubos	H22
23	Desarmador estrella	H23
24	Diagonal	H24

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Cristian Bravo

Tabla 3.11: Codificación de materiales




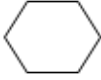

N°	Material	Código
1	Tol negro 2mm	MT1
2	Platina 50 x 3 mm	MT2
3	Eje de transmisión 1 ¼"	MT3
4	Eje de transmisión 1 5/8" x 70mm	MT9
5	Chumacera	MT10
6	Eje bonificado 7cm	MT14
7	Angulo estructural L 1 1/2" X ¼"	MT15
8	Triplex 15mm	MT17
9	Angulo estructural 1 ½" X 1/8"	MT18
10	Angulo estructural 2" X ¼"	MT19
11	Platina 2" x 1/4"	MT20
12	Garruchas	MT21
13	Tubo de acero 70mm	MT23

14	Varilla redonda lisa ¼"	MT25
15	Plancha tol ½ mm	MT26
16	Platina 1" x 1/0	MT27
17	Polea 20" simple	MT28
18	Polea 2 ½" simple	MT29
19	Banda trapezoidal No. 71	MT30
20	Codos galvanizado 1"	MT34
21	Válvula unidireccional	MT35
22	Derivación de 1"	MT36
23	Reductor de 1" a ½"	MT37
24	Aumento de ½" a 1"	MT38
25	Neplo de 1" para manguera	MT39
26	Reductor de 1" a 3/8"	MT42
27	Neplo de 3/8" para manguera	MT43
28	Plancha de aluminio	MT44
29	Manguera transparente	MT45
30	Tubo de cobre	MT46
31	Acoples en T	MT47
32	Lámina transparente	MT49
33	Plancha de tol 1/2mm	MT33

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

Tabla 3.12 Simbología de los diagramas de proceso

Nº	Actividad	Simbología
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Línea de procesos	
4	Producto terminado	
5	Ensamblaje	

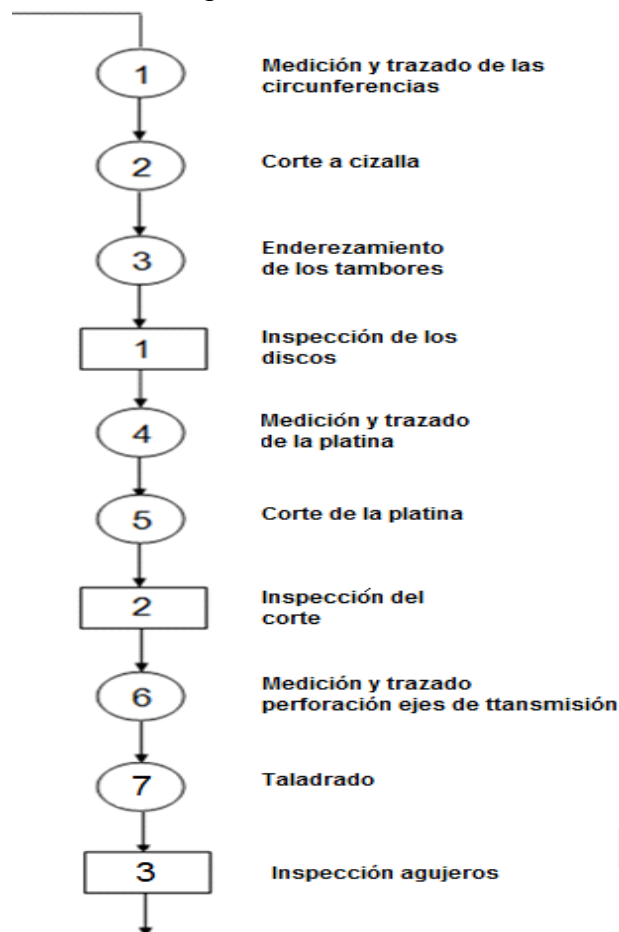
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

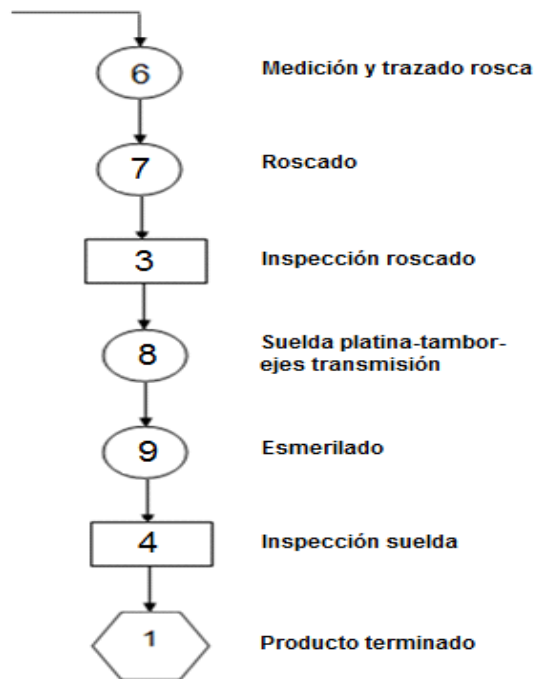
3.6 Diagramas de proceso de la construcción de la maqueta

3.6.1 Diagrama de proceso de los discos del conjunto rotor

Material: Una plancha de Tol negro 2mm – 3m Platina 50 x 3mm



3.6.1 Diagrama de proceso de los discos del conjunto rotor (continuación)



Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.56: Diagrama de proceso discos del conjunto rotor

Tabla 3.13 Proceso de los discos del conjunto rotor

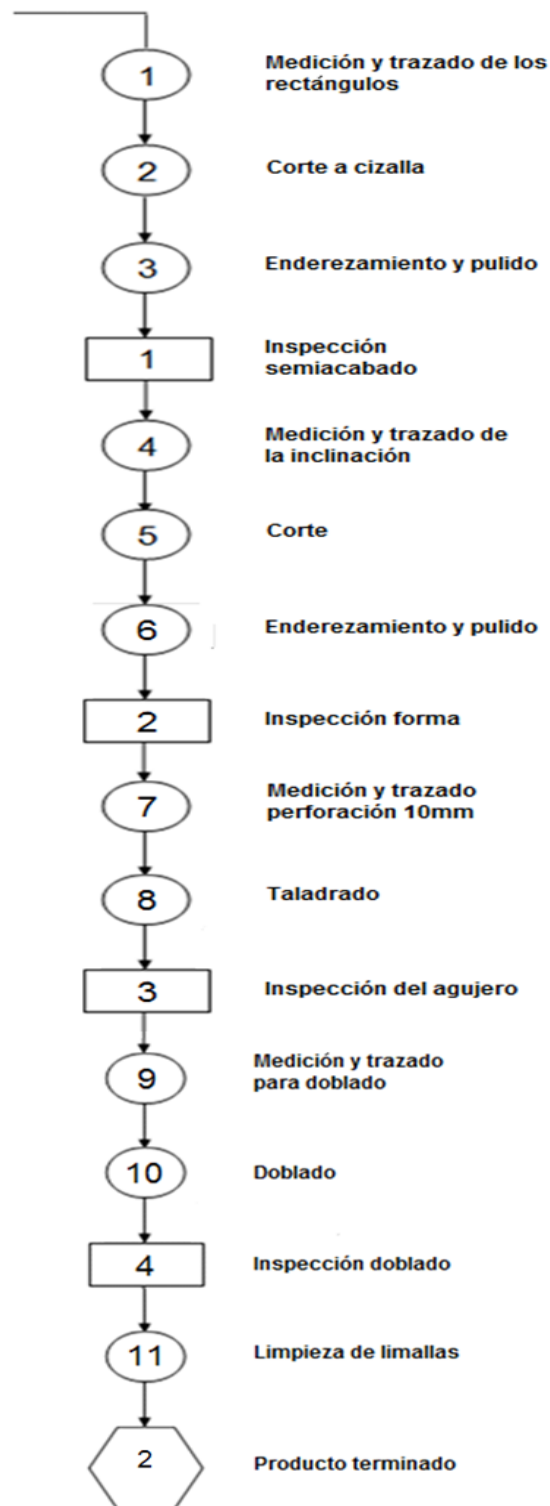
N ^o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H4-H6-H11
2	Corte	M1	H8
3	Enderezamiento	M2	H5
4	Taladrado	M11	
5	Roscado		H13
6	Soldadura	M4-M5	H9-H10-H12
7	Esmerilado	M3-M9-M6	H7-H14
8	Limpieza		H15

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.2 Diagrama de proceso de los álabes

Material: Una plancha de Tol negro 2mm



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.57: Diagrama de proceso de los álabes

Tabla 3.14 Proceso de los álabes

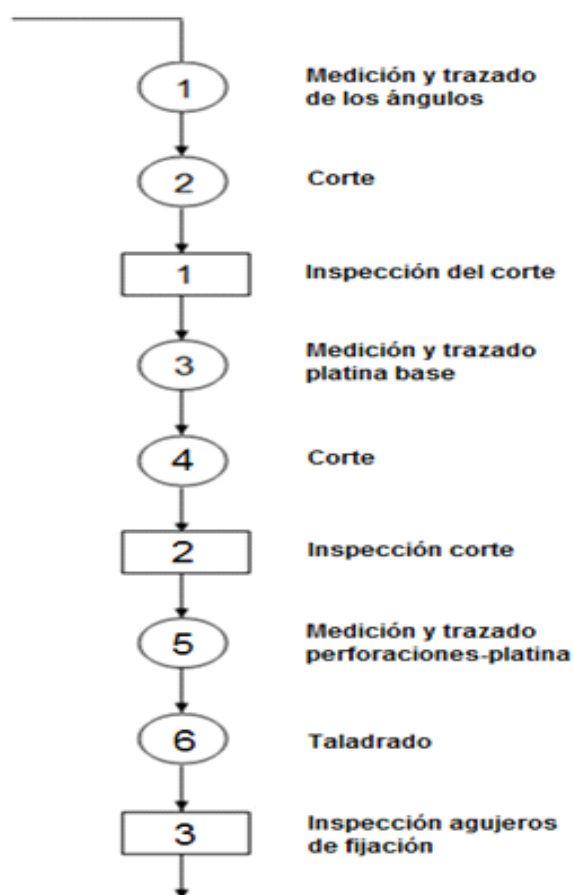
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H4-H6-H11
2	Corte	M1	H8
3	Enderezamiento	M2	H5
4	Taladrado	M7	
5	Doblado		H9-H5
7	Esmerilado	M3	H7-H14
8	Limpieza		H15

Fuente: Investigación de Campo

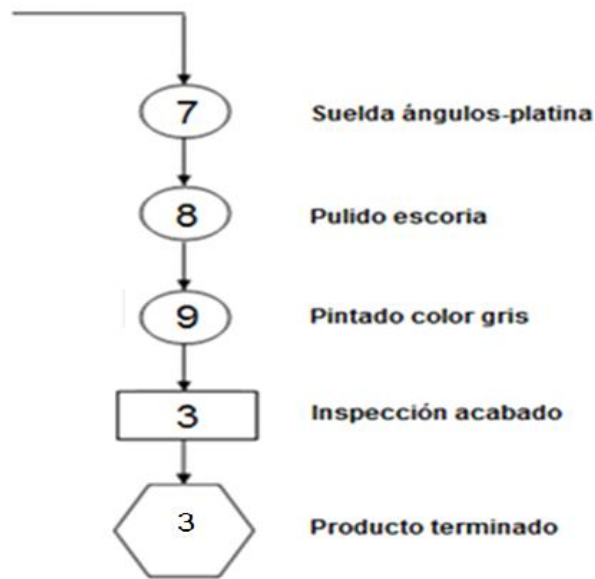
Elaboración: Cristian Bravo

3.6.3 Diagrama de proceso del armazón trapezoidal

Material: 12m Angulo estructural 2" x 1/4", 6m platina 2" x 1/4"



3.6.3 Diagrama de proceso del armazón trapezoidal (continuación)



Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.58: Diagrama de proceso del armazón trapezoidal

Tabla 3.15 Proceso del armazón trapezoidal

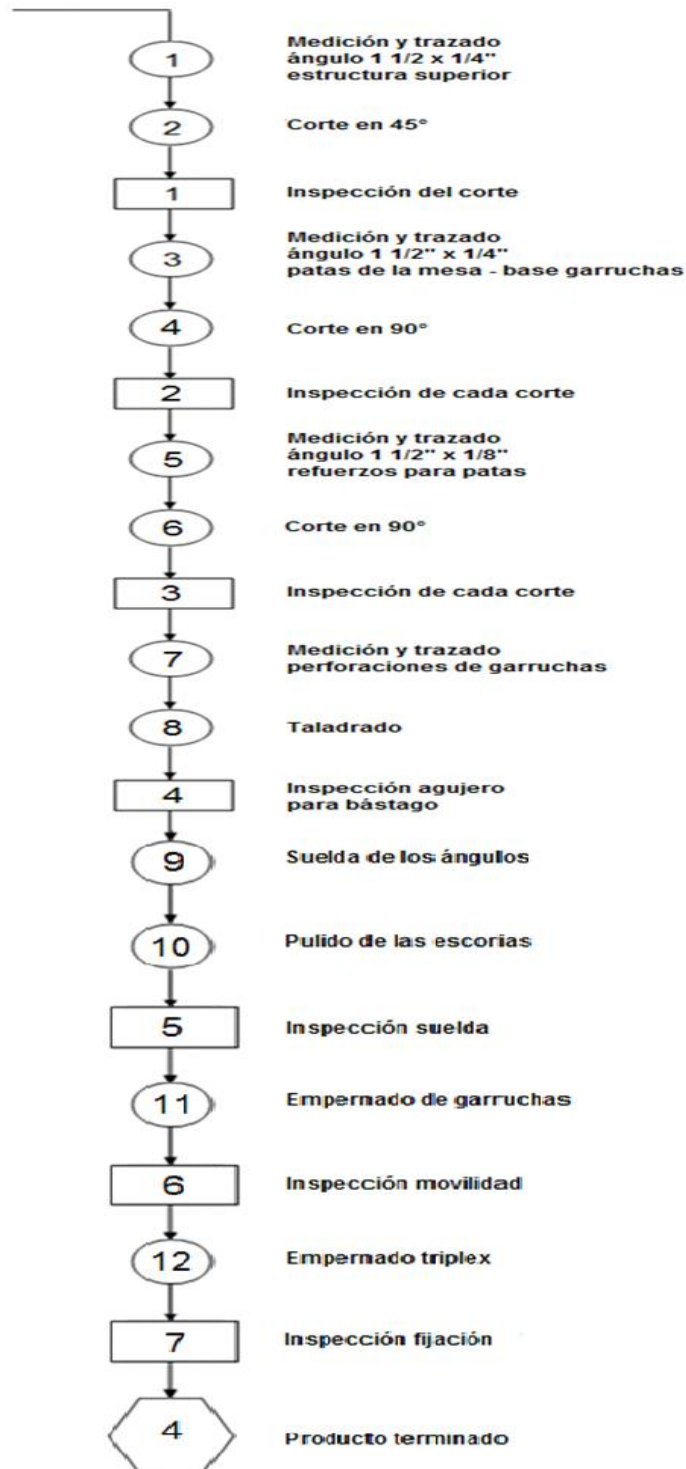
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H4-H6-H11-H16
2	Corte	M10	
3	Taladrado	M11	
4	Soldadura	M4-M5	H9-H10-H12
5	Esmerilado	M3-M9	H7-H14
6	Pintado		M14

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.4 Diagrama de proceso del banco

Material: 12m Ángulo estructural 1 ½" x ¼", 6m Ángulo estructural 1 ½" x 1/8", cuatro garruchas, triplex 15mm



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.59: Diagrama de proceso del banco

Tabla 3.16 Proceso del armazón trapezoidal

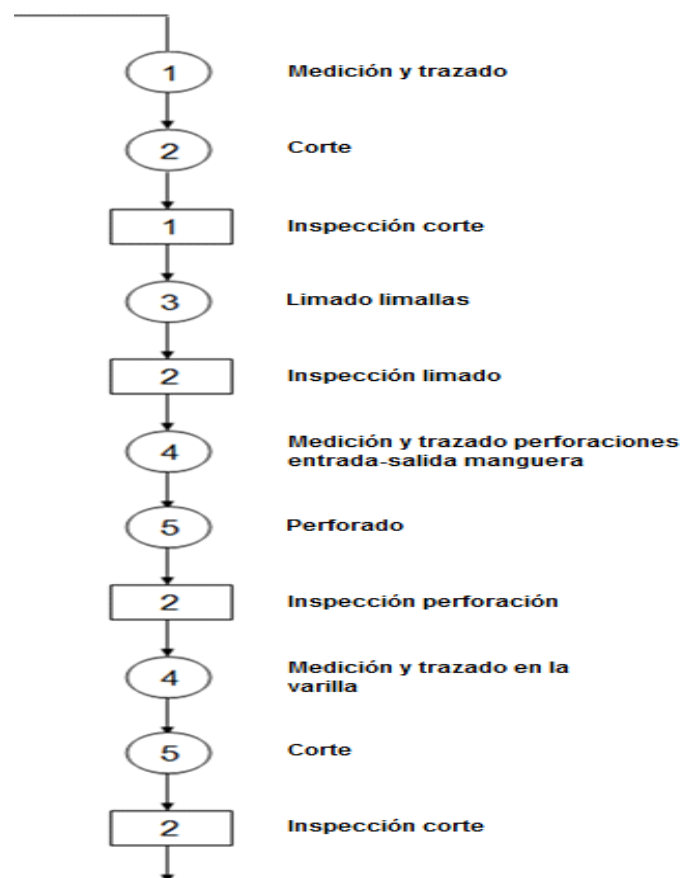
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H11
2	Corte	M10	H8
4	Taladrado	M12	
6	Soldadura	M5	H10
7	Esmerilado	M6	H7
8	Limpieza		H15

Fuente: Investigación de Campo

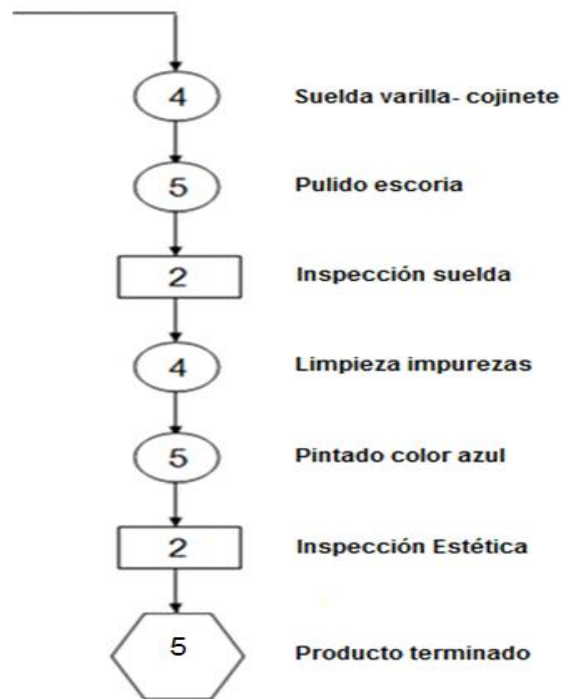
Elaboración: Cristian Bravo

3.6.5 Diagrama de proceso de los cojinetes

Material: Tubo de acero 70mm, pintura poliuretano color azul



3.6.5 Diagrama de proceso de los cojinetes (continuación)



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.60: Diagrama de proceso de los cojinetes

Tabla 3.17 Proceso de los cojinetes

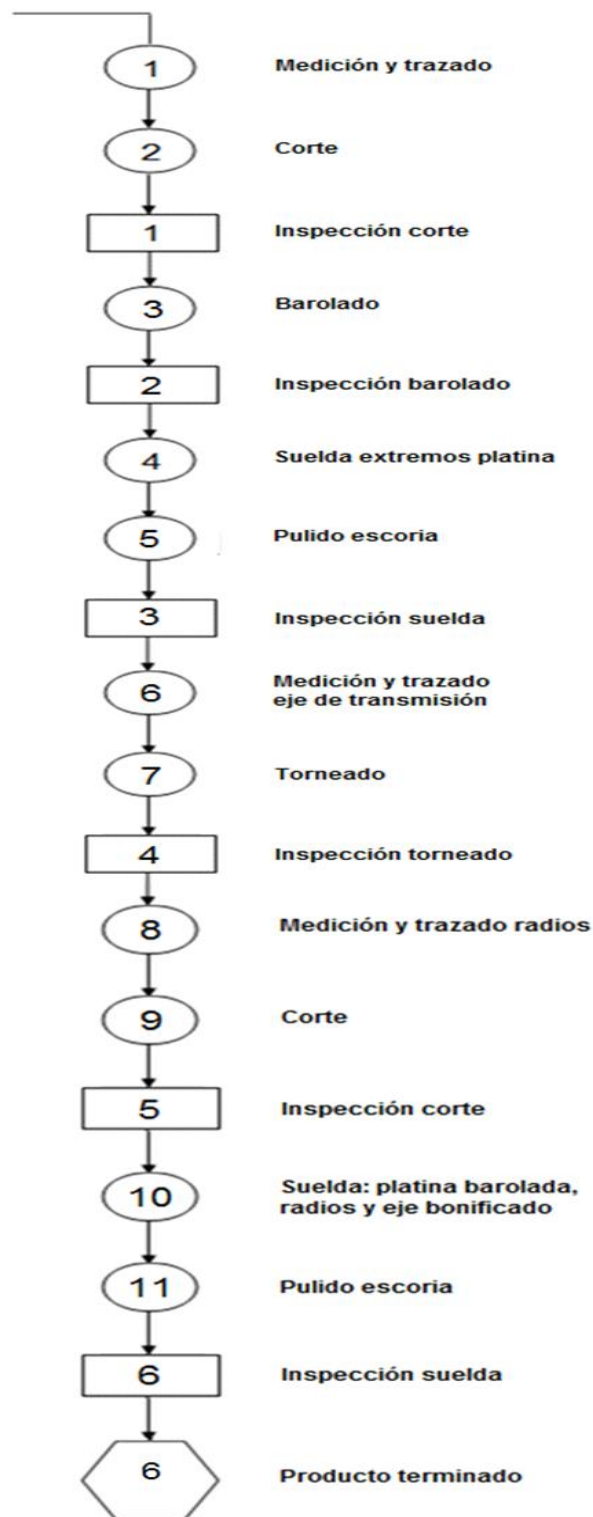
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H4-H11
2	Corte	M1-M10	H8
3	Taladrado	M11	
4	Soldadura	M4	
5	Esmerilado	M3	H7-H14
6	Limpieza		H15
7	Pintado		M14

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.6 Diagrama de proceso del armazón circular

Material: 6m Platina 1", 2 eje de transmisión 1 5/8" x 9cm



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.61: Diagrama de proceso del armazón circular

Tabla 3.18 Proceso del armazón circular

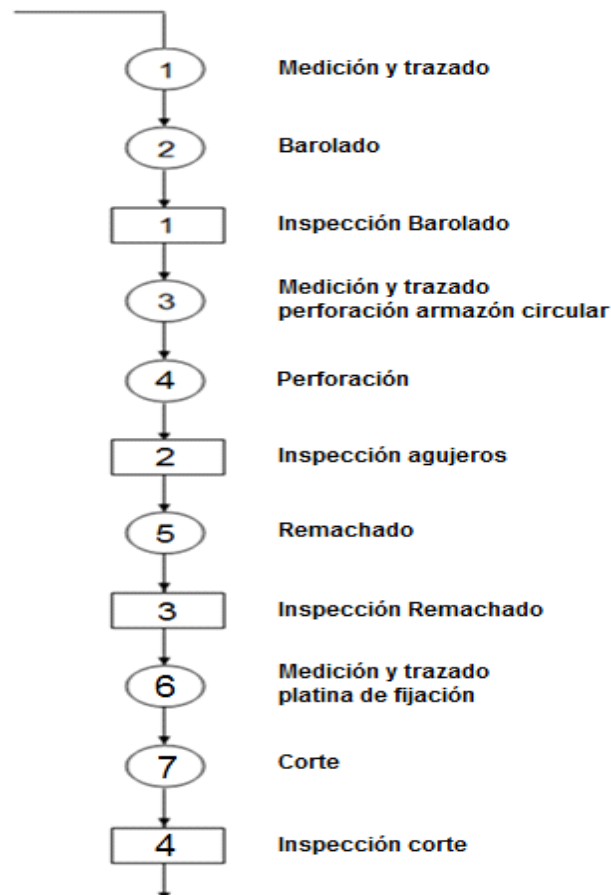
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H11
2	Corte	M1	
3	Torneado	M8	
4	Soldadura	M4-M5	
5	Esmerilado	M3	H7
6	Limpieza		H15

Fuente: Investigación de Campo

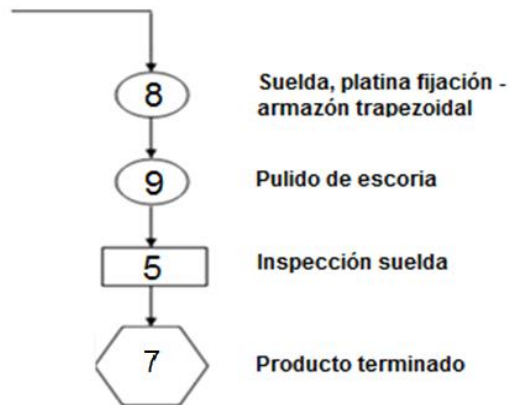
Elaboración: Cristian Bravo

3.6.7 Diagrama de proceso del recubrimiento exterior

Material: Plancha de tol 1/2mm



3.6.7 Diagrama de proceso del recubrimiento exterior (continuación)



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.62: Diagrama de proceso del recubrimiento exterior

Tabla 3.19 Proceso del recubrimiento exterior

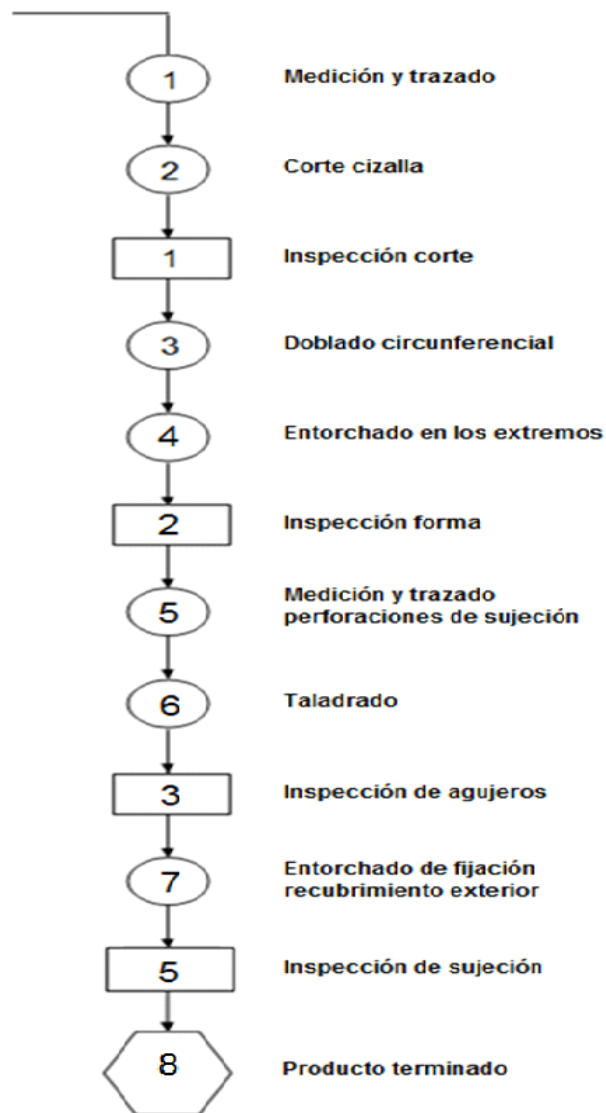
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H11
2	Corte	M1	
4	Taladrado	M12	
5	Remachado	H17	
6	Soldadura	M5	
5	Esmerilado		H7

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.8 Diagrama de proceso de la cámara de combustión

Material: ½ Planchalámina perforada



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.63: Diagrama de proceso de la cámara de combustión

Tabla 3.20 Proceso de la cámara de combustión

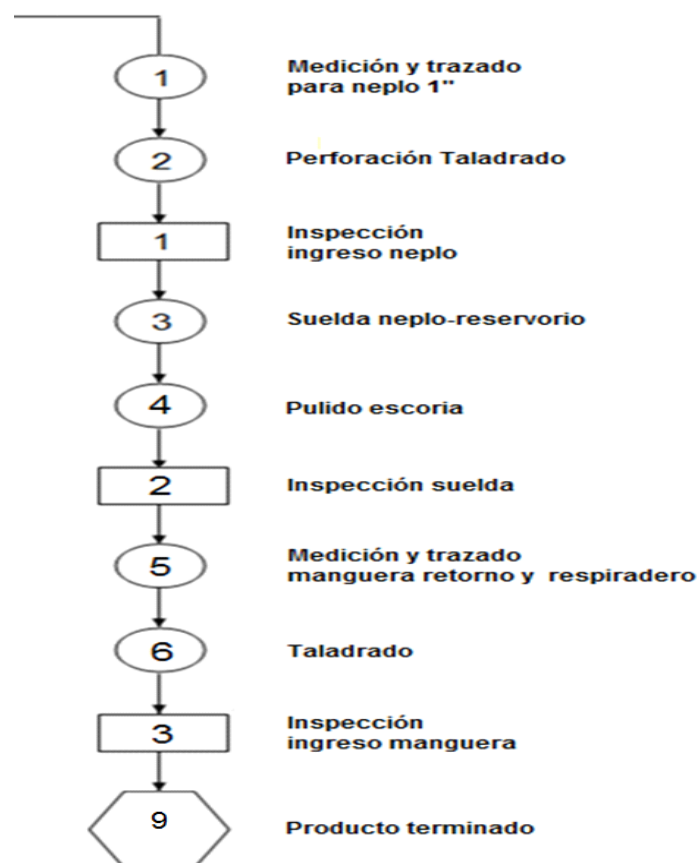
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H11
2	Corte	M1	
3	Entorchado		H20
4	Taladrado	M12-M13	
5	Esmerilado		H7

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.9 Diagrama de proceso conexiones del reservorio

Material: 2 Neplo 1"



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.64: Diagrama de proceso de las conexiones al reservorio

Tabla 3.21 Proceso de las conexiones del reservorio

N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H11
2	Taladrado	M12-M13	
3	Soldadura	M5	
4	Esmerilado		H7

Fuente: Investigación de Campo

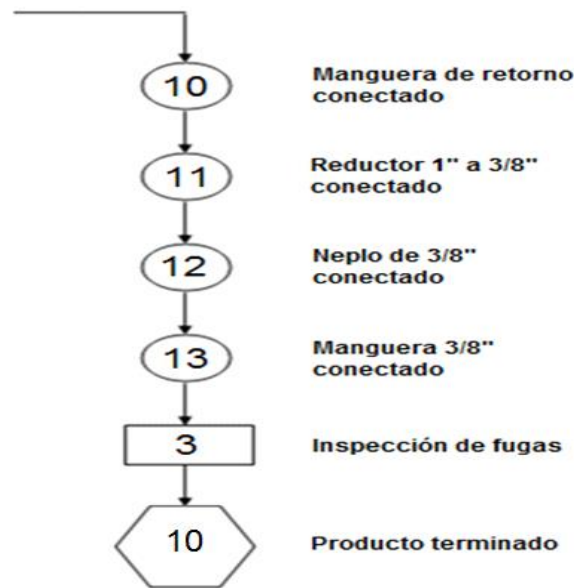
Elaboración: Cristian Bravo

3.6.10 Diagrama de proceso conexiones en la bomba

Material: Válvula unidireccional - Derivación de 1" - Reductor de 1" a 1/2"-
Aumento de 1/2" a 1" - Neplo de 1" - Reductor de 1" a 3/8" - Neplo de 3/8" para
manguera – Codos 1"



3.6.10 Diagrama de proceso conexiones en la bomba (continuación)



Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.65: Diagrama de proceso de las conexiones en la bomba

Tabla 3.22 Proceso de las conexiones en la bomba

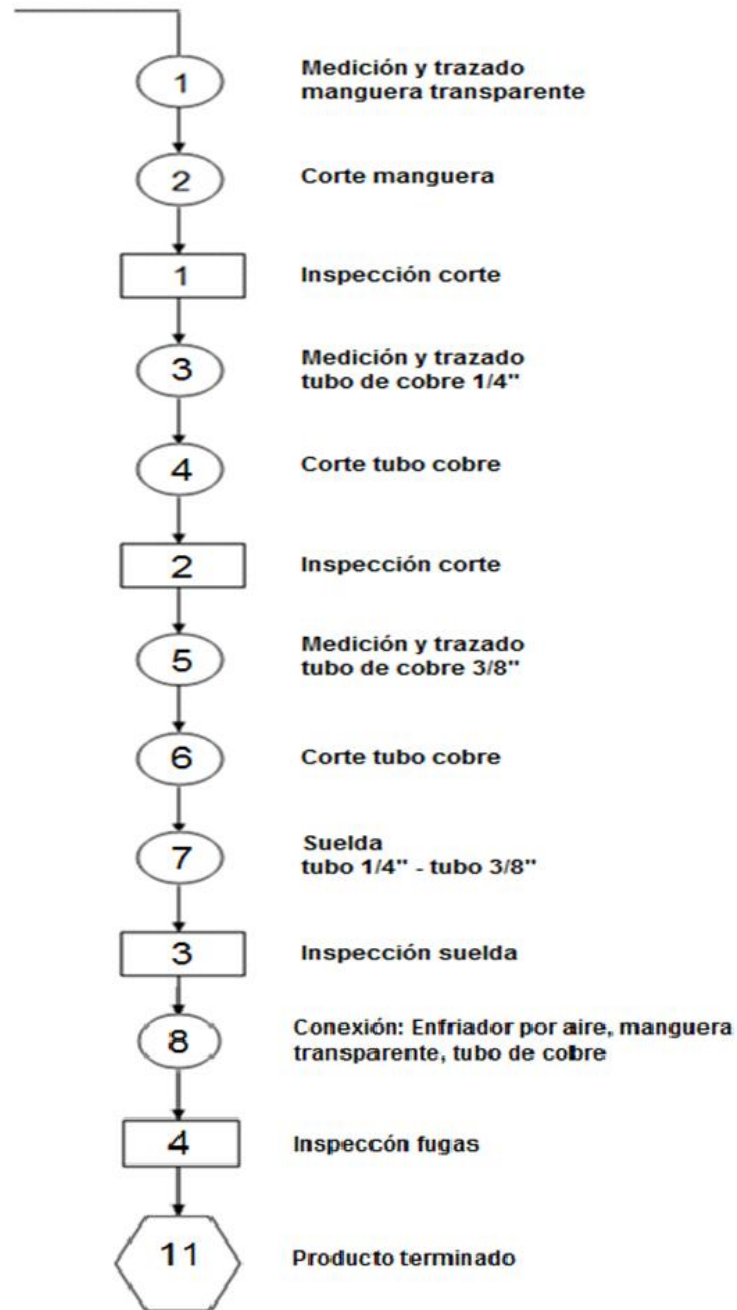
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3
2	Taladrado	M12-M13	
3	Empernado		H21
4	Conexión tubería		H18-H19

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.11 Diagrama de proceso del enfriador de aceite por aire

Material: Manguera transparente 1/4" – 1/2m Tubo de cobre 1/4" – 1/2m Tubo de cobre 3/8"



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.66: Diagrama de proceso del enfriador de aceite por aire

Tabla 3.23 Proceso del enfriador de aceite por aire

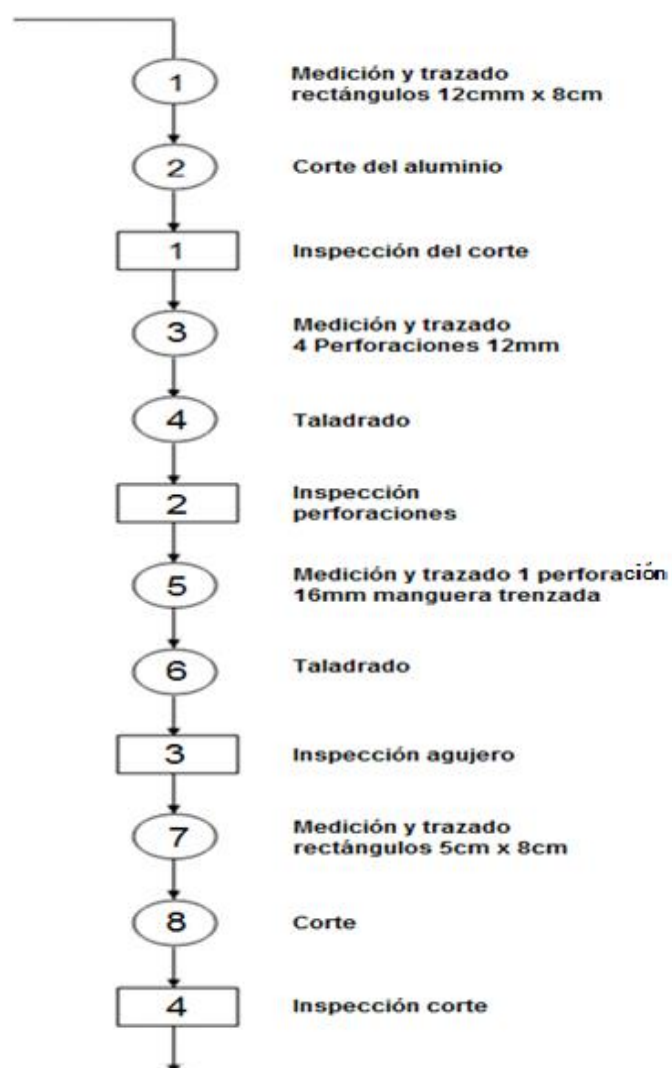
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2
2	Corte		H22
3	Soldadura	M15	
4	Limpieza		H15

Fuente: Investigación de Campo

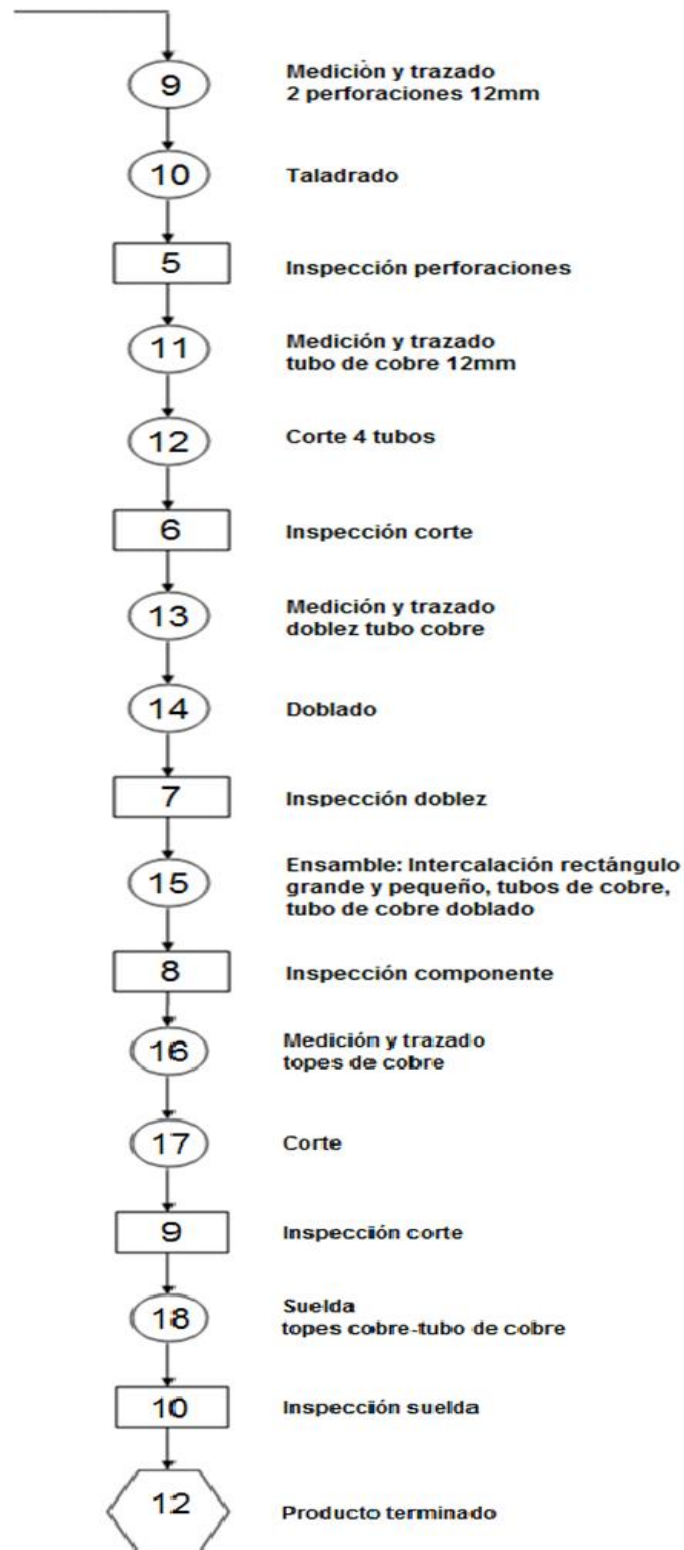
Elaboración: Cristian Bravo

3.6.12 Diagrama de proceso del enfriador de aceite por combustible

Material: ½ Plancha de aluminio – 1/2m Tubo de cobre 12mm



3.6.12 Diagrama de proceso enfriador de aceite por combustible (continuación)



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.67: Diagrama de proceso del enfriador de aceite por combustible

Tabla 3.24 Proceso del enfriador de aceite por combustible

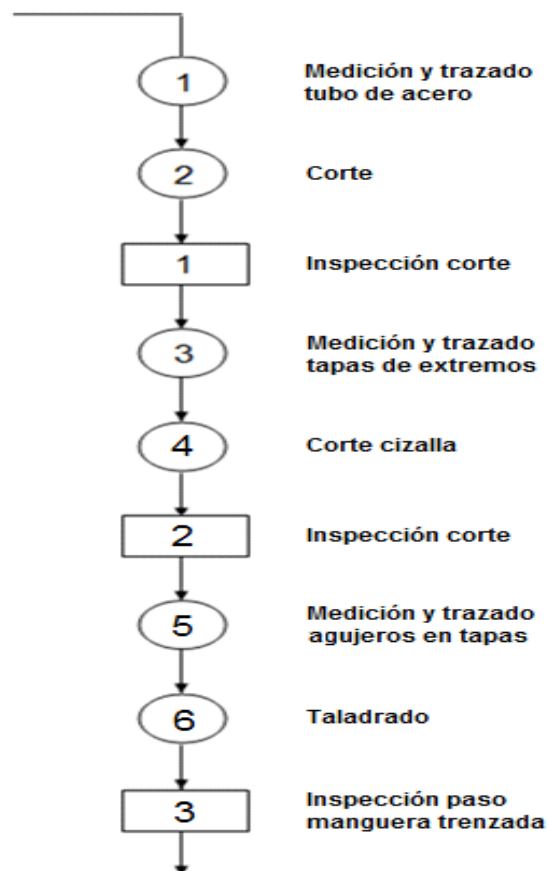
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H4-H6-H11
2	Corte	M1	H22
4	Taladrado	M11-M13	
7	Esmerilado	M3-M9	H14

Fuente: Investigación de Campo

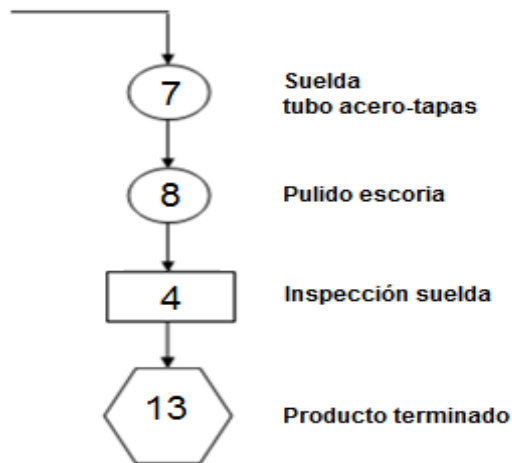
Elaboración: Cristian Bravo

3.6.13 Diagrama de proceso del de-oiler

Material: 50cm Tubo de acero 30mm



3.6.13 Diagrama de proceso del de-oiler (continuación)



Fuente: Investigación de campo
 Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.68: Diagrama de proceso del de-oiler

Tabla 3.25 Proceso del de-oiler

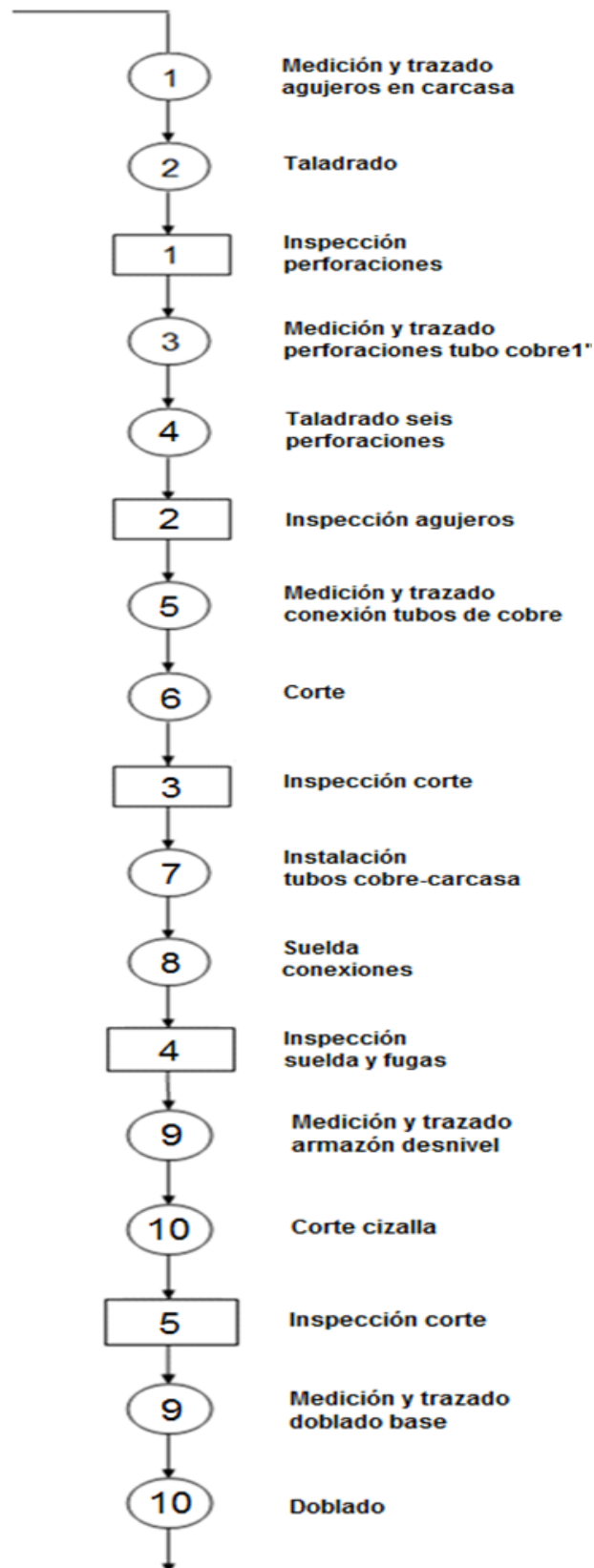
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H4-H6-H11
2	Corte	M1	H22
4	Taladrado	M11-M13	
7	Esmerilado	M3-M9	H14

Fuente: Investigación de Campo

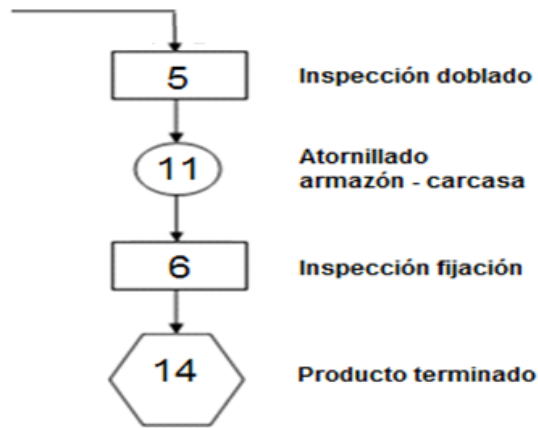
Elaboración: Cristian Bravo

3.6.14 Diagrama de proceso de la bomba de recuperación

Material: 1/2 mtubo de cobre 1/4" – 1/2m Tubo de cobre 1"



3.6.14 Diagrama de proceso de la bomba de recuperación (continuación)



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.69: Diagrama de proceso de la bomba de recuperación

Tabla 3.26 Proceso de la bomba de recuperación

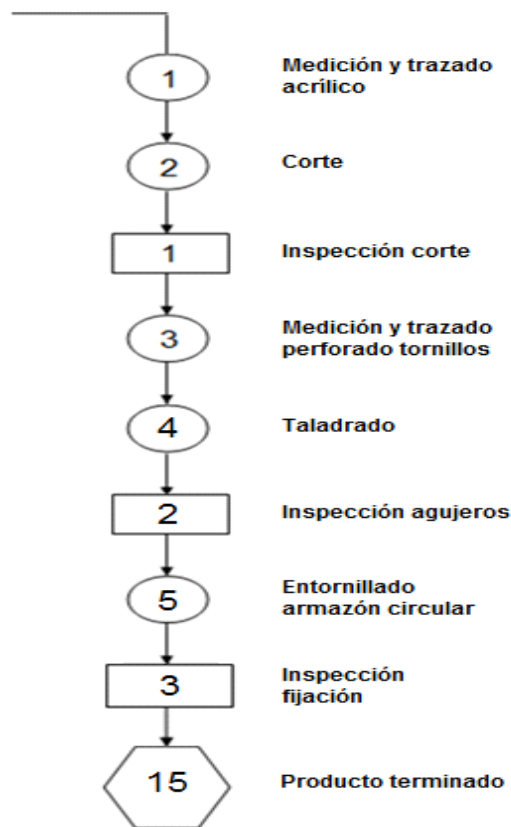
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H4-H6-H11
2	Corte	M1	H22
4	Taladrado	M11-M13	
5	Suelda	M15	
6	Doblado	M16	
7	Esmerilado	M3-M9	H14
8	Atornillado		H23

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.15 Diagrama de proceso del recubrimiento transparente

Material: Lámina 120x240x2mm transparente



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.70: Diagrama de proceso del recubrimiento transparente

Tabla 3.27 Proceso del recubrimiento transparente

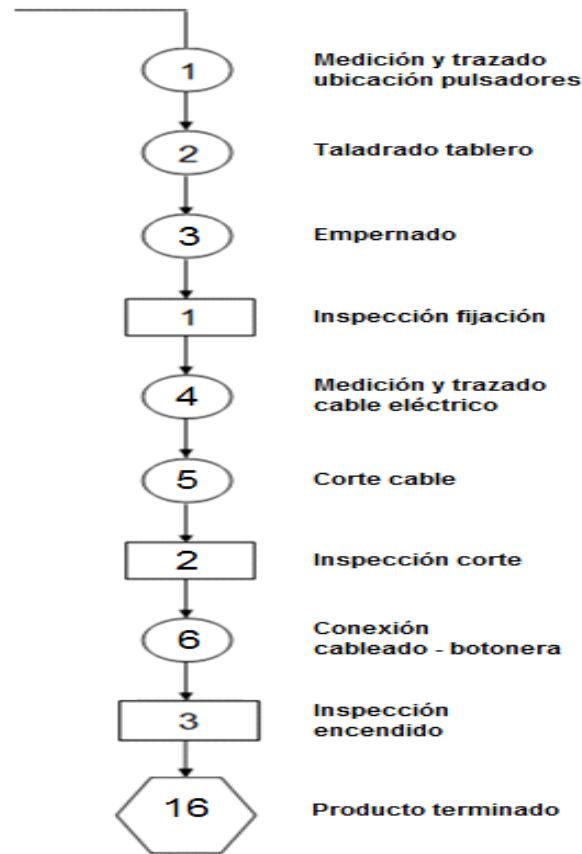
N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H11
2	Corte	M6	
4	Taladrado	M13	
8	Atornillado		H23

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.16 Diagrama de proceso de los controles eléctricos

Material: Cable concéntrico 2x14 - Botonera 3P-30^a



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.71: Diagrama de proceso de los controles eléctricos

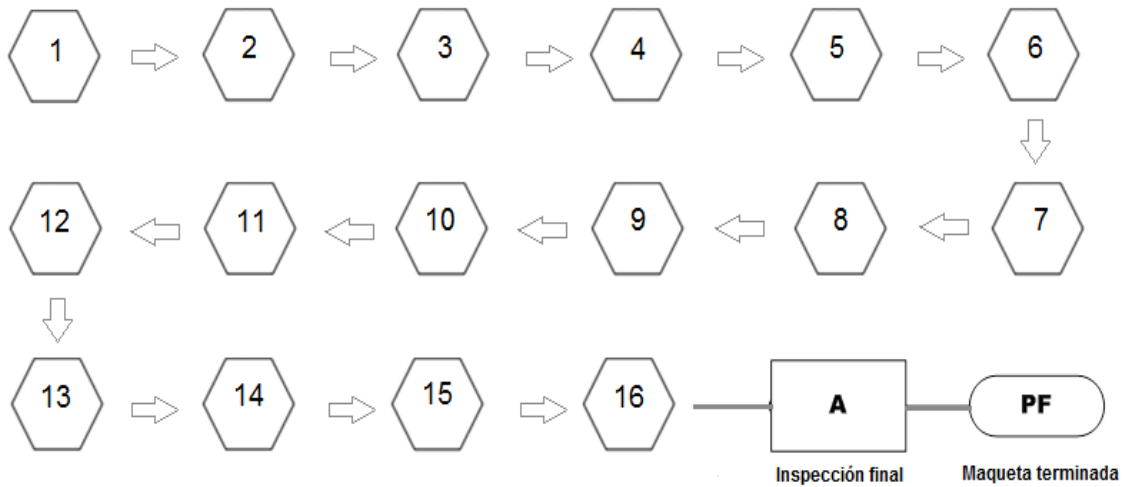
Tabla 3.28 Proceso de los controles eléctricos

N o	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Medición y Trazado		H1-H2-H3-H11
2	Corte	H24	
4	Taladrado	M12 – M13	
8	Atornillado		H23

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.6.17 Diagrama de proceso del ensamblaje final



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Cristian Bravo

Figura 3.72: Diagrama de proceso del ensamblaje final

3.7 Pruebas de funcionamiento

3.7.1 Motor V-2500

Una vez construido el Motor V-2500 se procedió a verificar el desempeño del mismo para la ubicación de posibles fallas. El motor eléctrico arranca su operación con una fuente de 110 v AC, con una polea de 70 mm de diámetro en su propio eje de giro pasando y reduciendo su velocidad de gira mediante una banda trapezoidal a una polea de 600 mm de diámetro, la cual esta enganchada y acoplada en el eje de transmisión del motor V-2500 para transmitir una velocidad de giro de 210 RPM.

Las pruebas fueron realizadas en un tiempo de 25 minutos con repeticiones de un intervalo de una hora. El cable del interruptor del motor eléctrico fue conectado directamente a la toma corriente sin contar con una extensión de cable.

El motor eléctrico presenta un arranque adecuado en un minuto para establecer un giro adecuado. La mesa de soporte presenta un movimiento muy leve por el giro del eje a través de las chumaceras ubicadas en la base de forma trapezoidal.

Tabla 3.29 Pruebas de funcionamiento del motor V-2500

PARÁMETROS	SI	NO
Sobreesfuerzo del Motor Eléctrico		✓
Sobrecalentamiento Motor Eléctrico		✓
Arranque normal del Motor Eléctrico	✓	
Desenganche o desajuste de la polea 70mm		✓
Rotura de la banda trapezoidal		✓
Desprendimiento de la banda trapezoidal		✓
Desenganche o desajuste de la polea 600mm		✓
Velocidad inadecuada del Motor V-2500 acordado al análisis previo		✓
Transmisión de giro continúa Motor V-2500	✓	
Rozamiento o choque del eje rotor del compresor-turbina con elementos externos		✓
Rozamiento o choque del fan del Motor V-2500 con elementos externos		✓
Fuerza Excesiva de absorción		✓
Movimiento de empuje por parte del Motor V-2500		✓
Perdida de velocidad del Motor Eléctrico	✓	
Conjunto rotor del compresor-turbina mantiene su ajuste fijo	✓	
Expulsión de componentes del Motor V-2500		✓
Sonido anormal en la operación		✓

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

3.7.2 Sistema de lubricación del motor v-2500

Una vez concluido el Motor V-2500 y con aspectos óptimos de su funcionamiento se procede a realizar el análisis correspondiente al funcionamiento del sistema de lubricación del mismo motor. La presión de descarga del sistema es de 0.5 PSI producida por una bomba de agua con un motor eléctrico independiente de 110 VAC. El sistema presenta nueve compontes por los cuales atraviesa el fluido continuamente, y constatar que el sistema es auto contenido y seguirá una trayectoria de recirculación.

Las pruebas de funcionamiento del sistema de lubricación se realizaron en forma independiente a la operación del Motor V-2500. La bomba de presión es conectada a una fuente de 110V AC. Para cada conexión de tubería se utilizó


teflón industrial junto con el pegamento RED SILICONE. En cada división de la manguera se utilizó abrazaderas.

Tabla 3.30 Pruebas de funcionamiento del sistema de lubricación

PARÁMETROS	SI	NO
Fugas en el reservorio		✓
Indicación Normal de Cantidad en el reservorio	✓	
Cantidad suficiente hacia la bomba de presión	✓	
Fugas en la bomba de presión en las tubería succión - expulsión		✓
Baja presión de la bomba de agua		✓
Flujo de líquido continuo hacia la bomba	✓	
Operación normal de la válvula de derivación	✓	
Obstrucción del líquido por parte de los filtros		✓
Fugas en el ACOC		✓
Fugas en el FCOC		✓
El aceite ingresa a cada uno de los cojinetes	✓	
El de-oiler obstruye el paso del líquido		✓
Fugas en la bomba de recuperación		✓
Recirculación del aceite	✓	

Fuente: Investigación de Campo

Elaboración: Cristian Bravo

	ANÁLISIS DE RESULTADOS	Pág. :
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO MAQUETA SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTOR V-2500 Elaborado por: Sr. Cristian Bravo Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	1 de 1 Código: PFMSLV01 Revisión Nº. : 1 Fecha : Julio 2013

1. OBJETIVO

Comprobar y documentar el normal funcionamiento de la maqueta del sistema de lubricación del motor V-2500

2. ALCANCE

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

Sin documentos de referencia.

4. PRUEBAS REALIZADAS

Cada parámetro establecido previamente en las tablas 3.29 y 3.30 hace referencia a cada intervención y análisis de condiciones favorables o deficiente durante la operación, por lo tanto no se ubica algún efecto contraproducente o algún hecho crítico, por lo tanto no se altera ningún elemento o componente de la maqueta.

5. CONCLUSIÓN

Una vez finalizadas las pruebas de funcionamiento se pudo definir que: LA MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR V-2500 OPERATIVO EN EL AVIÓN AIRBUS A-320 FUNCIONA DE MANERA CORRECTA Y EFICIENTE A LOS PARAMETROS QUE SON NECESARIOS PARA EL INTER – APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

3.8 Manuales

3.8.1 Descripción de manuales

Los manuales establecen instrucciones referentes a la manipulación de la maqueta, seguridad personal, y actividades de mantenimiento para aumentar el tiempo de funcionamiento correcto de la maqueta del sistema de lubricación del motor V-2500.

- Manual de Operación
- Manual de Seguridad
- Manual de Mantenimiento
- Hojas de Registros

3.8.1.1 Manual de operación

Este manual contiene cada uno de los pasos que se deberán seguir para operar la maqueta y sus diferentes componentes. Las normas de operación y funcionamiento son básicas, se basa en la operación y accionamiento en forma independiente.

3.8.1.2 Manual de mantenimiento

El manual de mantenimiento detalla todos los procedimientos necesarios en cuanto a mantenimiento preventivo, así prolongar la vida útil y garantizar el buen funcionamiento de la maqueta sin que esta sufra ningún tipo de averías por el pasar del tiempo.

3.8.1.3 Manual de seguridad

Presenta normas de seguridad previstas al accionamiento de la maqueta, su cumplimiento evita posibles incidentes o accidentes al personal instruido y el material didáctico.

3.8.1.4 Hoja de registro

La hoja de datos o registros lleva de manera organizada cualquier inconveniente o imperfección presente al momento de la operación de la maqueta. Es un respaldo para las personas que manipulen la maqueta, quienes tomaran las acciones correctivas; alguna actividad de mantenimiento, cambio de repuestos o piezas, etc.


3.8.2 Codificación de los manuales

Tabla 3.31. Tabla de codificación de los manuales

Procedimientos	Códigos
Manual Seguridad	ITSA-MSLMV-M1
Manual Operación	ITSA-MSLMV-M2
Manual de Mantenimiento	ITSA-MSLMV-M3
Hoja de Registros	ITSA-MSLMV-H1

Fuente: Maqueta en Construcción

Elaboración: Cristian Bravo

	MANUALES	Pág. :
	MANUAL DE SEGURIDAD MAQUETA SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTOR V-2500 Elaborado por: Sr. Cristian Bravo Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	1 de 2 Código: ITSA-MSLMV-M1 Revisión Nº. : 1 Fecha : Julio 2013

1. OBJETIVO

Documentar las normas de seguridad para el funcionamiento de la Maqueta del Sistema de Lubricación del Motor V-500.

2. ALCANCE

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

3. NOMBRE DEL EQUIPO: “MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR V-2500 OPERATIVO EN EL AVIÓN AIRBUS A-320.”

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Longitud 202 cm
- Ancho 52 cm
- Altura 182 cm
- N./ ruedas 4 garruchas


5. DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Sin documentos de referencia.

6. NORMAS

- Asegurarse que la maqueta sea conectada a una toma energía eléctrica de 110v AC.
- Ningún elemento extraño en el interior del motor V-2500.
- Un buen estado del motor eléctrico y la bomba.
- Asegurarse que exista aceite en el sistema.
- Los interruptores de activación se encuentren en posición OFF.

- Verificar las conexiones eléctricas
- Revisar los pulsadores de encendido en buen funcionamiento.
- Tener cuidado en la traslación de la maqueta de un lugar a otro.
- Observar el estado del recubrimiento transparente del Motor V-2500.
- Los estudiantes y docentes mantener una posición de dos metros de la señalización de la maqueta.
- Evitar la manipulación del Motor V-2500 durante su operación.
- El tiempo de operación normal es de treinta minutos.
- La desconexión de los cables debe realizarse previo al cambio de posición de los interruptores de ON a OFF.

Firma del Responsable: _____

	MANUALES	Pág. :
	MANUAL DE OPERACIÓN MAQUETA SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTOR V-2500 Elaborado por: Sr. Cristian Bravo Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	1 de 1 Código: ITSA-MSLMV-M2 Revisión Nº. : 1 Fecha : Julio 2013

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de operación de la Maqueta del Sistema de Lubricación del Motor V-500.

2. ALCANCE

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

3. NOMBRE DEL EQUIPO: MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR V-2500 OPERATIVO EN EL AVIÓN AIRBUS A-320.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Sin documentos de referencia.

5. PROCEDIMIENTO

- Cumplir con las normas de seguridad
- Conectar cada enchufe a una toma de energía eléctrica 110v AC.
- Presionar el botón de encendido del Motor V-2500 a la posición ON.
- Presionar el botón de encendido del Sistema de Lubricación posición ON.
- Para la visualización del recorrido del aceite por cada componente del sistema operar la válvula unidireccional para controlar el caudal.

Firma del Responsable: _____



ITSA

MANUALES	Pág. : 1 de 2
MANUAL DE MANTENIMIENTO MAQUETA SISTEMA DE LUBRICACIÓN MOTOR V-2500	Código: ITSA-MSLMV-M3
Elaborado por: Sr. Cristian Bravo Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Revisión Nº. : 1 Fecha : Julio 2013

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de mantenimiento de la Maqueta del Sistema de Lubricación del Motor V-500.

2. ALCANCE

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

Sin documentos de referencia.

4. PROCEDIMIENTO

4.1. Mantenimiento mensual

- Revisar la existencia de líquido (agua) en el reservorio mediante el indicador ubicado en la tapa.
- Inspección de la presencia de fugas en cada punto de ajuste con las abrazaderas y mangueras en general.
- Revisar el ajuste de los pernos en la estructura.
- Revisión del estado de las instalaciones eléctricas y enchufes.
- Lubricación de los cojinetes de movilidad.
- Limpieza general

4.3. Mantenimiento semestral

- Revisión del cableado en el motor eléctrico.
- Inspección del estado físico de cada componente.
- Revisar el estado de las ruedas del banco de soporte móvil.
- Revisión de las conexiones eléctricas de la bomba de presión.

- Desmontaje del reservorio para la limpieza interna.
Herramientas: Destornillador plano y llave mixta de 1/4"
Para el desmontaje se procede a la desconexión de mangueras (tres en total) y después se realiza el desajuste de los dos pernos que fijan el reservorio al soporte.
- Inspección por casos de corrosión en las estructuras metálicas y el reservorio.

4.4. Mantenimiento anual

- Inspeccionar cuidadosamente los puntos de soldadura por un posible desprendimiento de los puntos de unión.
- Desmontaje del recubrimiento de acrílico transparente del soporte circular para inspección de corrosión y limpieza interna.
- La inspección para la banda de transmisión depende del tiempo de operación de la maqueta, por lo tanto la banda en funcionamiento por 25 minutos mensuales se toma una inspección de corte y desgaste de la banda en toda su longitud. En caso de mantenerse inoperativa la maqueta durante un tiempo aproximado de un año realizar la verificación de una tensión adecuada para retomar el funcionamiento de la maqueta.
- Repintar cada componente y estructura si el caso lo amerita.

Firma del Responsable: _____



HOJA DE REGISTRO

**DAÑOS DE LAMAQUETA
SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL
MOTOR V-2500**

**Código:
ITSA-MSLMV-H1**

Registro No:



Hoja: de.....

No	FECHA	DAÑO OCASIONADO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES

Firma del Responsable: _____

3.9 Análisis económico

Se realizó un presupuesto general para la elaboración de este proyecto. El estudio económico permite determinar el costo real para la construcción y a continuación se presente detalladamente en dos grupos.

- Recursos
- Costos

3.9.1 Recursos

Se presenta el talento humano, en este caso el apoyo del director del proyecto y el autor del mismo.

- Bravo Panchi Cristian Patricio Autor del proyecto
- Tlgo. Ulices Cedillo Director del proyecto

3.9.2 Costos

Se detalla el costo del proyecto subdividido en dos grupos.

3.9.2.1 Costo primario

3.9.2.1.1 Costo de materiales

Tabla 3.32 Costo de materiales

N°	Material	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Plancha de Tol negro 2mm	2	\$ 80,00	\$ 160,00
2	Platina 50 x 3mm	3	\$ 8,80	\$ 28,40
3	Eje de transmisión 1 ¼"	1	\$ 28,00	\$ 28,00
4	Electrodo revestido	50	\$ 0,20	\$ 10,00
5	Disco de desbaste	2	\$ 3,50	\$ 7,00

6	Broca 3mm	3	\$ 0,25	\$ 0,75
7	Broca 10mm	3	\$ 0,40	\$ 1,20
8	Aceite soluble	1	\$ 10,00	\$ 10,00
9	Eje de transmisión 1 5/8" X 70mm	12	\$ 2,35	\$ 28,20
10	Chumacera	2	\$ 20,00	\$ 40,00
11	Cuchilla desbaste torno	1	\$ 17,00	\$ 17,00
12	Broca 7mm	2	\$ 0,30	\$ 0,60
13	Broca 12mm	2	\$ 0,45	\$ 0,90
14	Eje de transmisión 1 5/8" X 90mm	2	\$ 2,83	\$ 5,66
15	Angulo estructural 1 1/2" x 1/4"	2	\$ 23,00	\$ 46,00
16	Lija 150	4	\$ 0,40	\$ 1,60
17	Triplex 15mm	1	\$ 30,00	\$ 30,00
18	Angulo estructural 1 1/2" x 1/8"	1	\$ 18,00	\$ 18,00
19	Angulo estructural 2" x 1/4"	2	\$ 30,00	\$ 60,00
20	Platina 2"x1/4"	1	\$ 9,00	\$ 9,00
21	Garruchas	4	\$ 5,00	\$ 20,00
22	Pintura base color gris	1/2	\$ 9,50	\$ 4,75
23	Tubo de acero 70mm	1/2	\$ 11,00	\$ 5,50
24	Manguera trenzada 3/8	14	\$ 1,87	\$ 26,00
25	Varilla redonda lisa 1/4"	1	\$ 1,33	\$ 1,33
26	Plancha tol 1/2 mm	1	\$ 25,00	\$ 25,00
27	Platina 1" x 1/0	2	\$ 3,53	\$ 7,06
28	Polea 70 mm simple	1	\$ 46,00	\$ 46,00
29	Polea 600 mm simple	1	\$ 10,00	\$ 10,00
30	Banda trapezoidal No. 71	1	\$ 10,00	\$ 10,00
31	Remaches	50	\$ 0,02	\$ 1,00
32	Lamina perforada	1/4	\$ 28,00	\$ 7,00

33	Alambre de freno	5	\$ 0,50	\$ 2,50
34	Codos galvanizado 1"	2	\$ 0,77	\$ 1,54
35	Válvula unidireccional	1	\$ 2,70	\$ 2,70
36	Derivación de 1"	1	\$ 1,25	\$ 1,25
37	Reductor de 1" a 1/2"	1	\$ 0,62	\$ 0,62
38	Aumento de 1/2" a 1"	1	\$ 0,31	\$ 0,31
39	Neplo de 1" para manguera	4	\$ 5,89	\$ 23,56
40	Teflón	3	\$ 2,00	\$ 6,00
41	Pegamento RED RTV	1	\$ 25,00	\$ 25,00
42	Reductor de 1" a 3/8"	1	\$ 0,60	\$ 0,60
43	Neplo de 3/8" para manguera	1	\$ 3,71	\$ 3,71
44	Plancha de aluminio	1/4	\$ 30,00	\$ 7,50
45	Manguera transparente 1/4"	0,5	\$ 0,90	\$ 0,45
46	Disco de corte amoladora	2	\$ 4,00	\$ 8,00
47	Disco de corte 45cm	1	\$ 12,00	\$ 12,00
48	Pintura poliuretano color azul	1/4	\$ 26,00	\$ 6,50
49	Pintura poliuretano color rojo	1/4	\$ 26,00	\$ 6,50
50	Refrigerante	1	\$ 30,00	\$ 30,00
51	Tubo de cobre 1/4"	1	\$ 4,15	\$ 4,15
52	Tubo de cobre 5/8"	1	\$ 4,85	\$ 4,85
53	Tubo de cobre 5/16"	1	\$ 6,00	\$ 6,00
54	Spray transparente	2	\$ 2,82	\$ 5,64
55	Spray color plateado	2	\$ 2,90	\$ 5,80
56	Pernos de carrocería	6	\$ 0,12	\$ 0,72
57	Perno 5/8 x 1 1/2"	4	\$ 0,90	\$ 3,60
58	Sierra Sanflex 18	3	\$ 1,50	\$ 4,50
59	Sierra Sanflex 24	3	\$ 1,50	\$ 4,50

60	Lámina 120x240x2mm transparente	1	\$ 53,10	\$ 53,10
61	Manguera transparente 1"	1	\$ 6,66	\$ 6,66
62	Cable concéntrico 2x14	8	\$ 1,35	\$ 10,80
63	Botonera 3P-30A	2	\$ 6,30	\$ 12,60
64	Acoples en T	5	\$ 2,60	\$ 13,00
65	Buje 1/2"	2	\$ 0,81	\$ 1,62
66	Neplo doble roscado 1" x 12cm	1	\$ 6,30	\$ 6,30
67	Abrazaderas 1"	4	\$ 1,19	\$ 4,77
68	Abrazaderas 3/8"	10	\$ 0,35	\$ 3,50
69	Ganchos de soporte 3/8	10	\$ 0,30	\$ 3,00
70	Prisioneros M8x16	24	\$ 0,12	\$ 2,88
71	Perno 1/4" x 1"	12	\$ 0,10	\$ 1,20
72	Perno 3/16" x 1"	4	\$ 0,08	\$ 0,32
73	Perno 1/4" x 3/4"	2	\$ 0,09	\$ 0,18
74	Tornillo autoroscante	10	\$ 0,03	\$ 0,30
75	Perno 3/8" x 1 1/4"	10	\$ 0,32	\$ 3,20
76	Tubo de acero 30mm	1	\$ 4,33	\$ 4,33
77	Tubo de cobre 1"	1	\$ 5,20	\$ 5,20
Total				\$ 920,15

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

3.9.2.1.2 Costo por mano de obra

Tabla 3.33 Costo por mano de obra

Nº	ITEM	V. Unitario Hrs. Hombre USD	Hrs. Empleadas	V. Total Hrs. Hombre USD
1	Torno	10	5	50,00
2	Galvanizado	8	5	40,00
3	Barolado	5	2	10,00
TOTAL				100,00

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

3.9.2.1.3 Total de costos primarios

Tabla 3.34 Total de costos primarios

Nº	Detalle	Valor USD.
1	Costos de Materiales.	920,15
2	Costo por Mano de obra	100,00
TOTAL		1020,15

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

3.9.2.2 Costos secundarios

Tabla 3.35 Costos secundarios

Nº	Detalle	Valor en USD.
1	Derechos de Grado.	120,00
2	Elaboración de textos.	200,00
	TOTAL	320,00

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

3.9.3 Costo total de proyecto

Tabla 3.36 Costo total del proyecto

Nº	Detalle	Valor en USD.
1	Costos Primario	1020,15
2	Costos Secundarios	320,00
	TOTAL	1320,15 USD

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Cristian Bravo

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La investigación referente a las características de materiales y análisis de alternativas de construcción, se pudo lograr la construcción de la maqueta con el diseño de una operación automática, mediante el sistema de transmisión simple, optandode acuerdo a los resultados obtenidos.
- En la construcción de la maqueta de sistema de lubricación del motor V-2500 se analizó la descripción técnica y operacional del sistema para el inter-aprendizaje de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- La elaboración de manuales provee la información indispensable para conservar la integridad del personal participante y del elemento de instrucción; por lo cual se incluyó el manual de seguridad, operación, mantenimiento y hoja de registro.
- Con las pruebas de funcionamiento se pudo definir que la maqueta del sistema de lubricación del motor v-2500 operativo en el avión Airbus a-320 funciona de manera correcta y eficiente a los parámetros que son necesarios para el inter – aprendizaje de los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

4.2 Recomendaciones

- La manipulación de la maqueta debe realizarse de acuerdo a las especificaciones de los manuales sin obviar ninguna norma. El manual de mantenimiento debe cumplirse a cabalidad para alargar la vida operativa de la maqueta y evitar ser un objeto obsoleto e inoperativo.
- Los componentes de la maqueta serán utilizados única y exclusivamente para realizar exposiciones con el fin de instruir a estudiantes o para la realización de demostraciones prácticas del sistema.
- Para el transporte de un punto a otro tomar prudencia y cuidado personal.
- El estudiante debería interrelacionar conocimientos en porcentajes iguales la teoría y aspectos prácticos.

GLOSARIO

A

Aeronave.- Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Alabe.-Es la paleta curva de una turbo máquina o máquina de fluido roto dinámica. Forma parte del rodete y, en su caso, también del difusor o del distribuidor. Los álabes desvían el flujo de corriente, bien para la transformación entre energía cinética y energía de presión por el principio de Bernoulli.

B

Bomba.- Se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

C

Cojinete.-Es la pieza o conjunto de ellas sobre las que se soporta y gira el árbol transmisor de momento giratorio de una máquina.

Componente.- Conjunto, parte, artículo, pieza o elemento constitutivo de una aeronave según las especificaciones del fabricante y por extensión, de la estructura motor, hélice o accesorio.

D

Densidad.- Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen de una sustancia. La densidad media es la razón entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.

Detector.- Dispositivo capaz de detectar o percibir cierto fenómeno físico, tal como la presencia de humo proveniente de un incendio, la existencia de un gas en el aire y la presencia de un intruso en una vivienda.

Dispositivo.- Cualquier instrumento, mecanismo, equipo, parte, aparato, órgano auxiliar o accesorio que es usado o que se tratará de usar en la operación o control de una aeronave, instaladas en, o fijado a la misma, y que no es parte de la estructura, motor o hélice.

E

Empuje.- La proporciona el motor (o motores) del avión por medio de la hélice o por reacción a chorro. La fuerza de empuje permite al avión moverse a través de la masa de aire y es opuesta a la fuerza de resistencia. Para que el avión pueda mantenerse en vuelo la fuerza de empuje debe igualar a la fuerza de resistencia que se opone a su movimiento.

Engine.- Motor carente accesorios (motor básico).

Equipo.- Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

Etapas.- Es un conjunto de una sección estatora con una sección rotora perteneciente en los conjuntos móviles como el compresor y la turbina.

F

Fan.- Un ventilador o fan en la parte frontal del motor, el aire entrante se divide en dos caminos: flujo de aire primario y flujo secundario o flujo derivado (bypass).

Fly-by-wire.- Es un sistema que reemplaza los controles de vuelo manuales convencionales de un avión con una interfaz electrónica. Los movimientos de los mandos de vuelo del piloto son convertidos en señales electrónicas que se transmiten por cables (de ahí el término fly-by-wire) y las computadoras de control

de vuelo determinan como se debe mover el actuador de cada una de las superficie de control para proporcionar la respuesta ordenada.

G

Grupo Motor.- Conjunto compuesto de uno o más motores y elementos auxiliares, que juntos son necesarios para producir tracción, independientemente del

I

Idle.-Marcha mínima o velocidad mínima del motor de una aeronave.

Interruptor.- Un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica.

Instrumento.- Componente que utiliza un mecanismo interno para mostrar visual o auditivamente la actitud, altura y operación de una aeronave o una parte de la misma. Esto incluye dispositivos electrónicos para controlar

M

MICA.- Son minerales pertenecientes a un grupo numeroso de silicatos de alúmina, hierro, calcio, magnesio y minerales alcalinos caracterizados por su fácil exfoliación en delgadas láminas flexibles, elásticas y muy brillantes.

P

Potencia.- Cantidad de energía eléctrica o trabajo que se transporta o que se consume en una determinada unidad de tiempo.

S

Sensor.- Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Sistema.- Combinación de componentes y/o accesorios interrelacionados a distancias para desarrollar una función específica. Incluye los componentes básicos y todos los instrumentos, controles, unidades, piezas y partes mecánicas, eléctricas, y/o hidráulicas o equipos completos relacionados con el sistema.

Switch (SW).- Interruptor (actuado manualmente).

T

Transmisor.- Es un equipo que emite una señal, código o mensaje a través de un medio. Para lograr una sesión de comunicación se requiere: un transmisor, un medio y un receptor.

V

Válvula.- Se refieren a mecanismo que dejan pasar un fluido en un sentido y lo impiden en el contrario.

Válvula Check.-Válvula que permite el paso del fluido en una sola dirección.

Válvula By Pass.- Válvula que se abre y da paso cuando se obstruye el conducto.

Válvula Shut Off.- Válvula de cierre, corte o interrupción del paso de fluidos o aire.

Viscosidad.- La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS:

- **OÑATE**, Esteban. (2 007). “Conocimiento del Avión”. Sexta Edición. Editores Spain. España.
- **DIAZ**, Rafael. (1 995). “Diccionario Aeronáutico”. Primera Edición. Editorial Bilbao. Bilbao - España.
- **ALVAREZ**, Martin. (2 001). “Motores de Reacción”. Novena Edición. Editores Madrid. España.
- **BUDYNAS**, Richard G (2 008). “Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley”. Editores McGraw-Gill Interamericana.

MANUALES:

- **AIRBUS A320 POWER PLANT** (IAE V2500) ATA 71 – 80. “Training Manual”
- **LAN** Material de estudio.2000. “CBT A – 320”
- **International Aero Engines** AG 2000 Gen Fam “Course A320 V-2500”
- **Airbus** Crew Operating Manual “Training A320 Simulator Flight”.
- **LAN Airlines** Airbus A319/A320. “Component Location Manual CLM”.

PÁGINAS WEB

- [http:// www.skybrary.aero.bookshelf/books/1249.pdf](http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/1249.pdf)
- [http:// www.webalice.it.impero/a320.pdf](http://www.webalice.it/impero/a320.pdf)

- <http://www.ipmschile.multiforos.es.viewtopic.php?t=4637&sid=be5ff97597e0fd07f78f227f398dc24>
- <http://www.aviacol.net.noticias-del-aire/avances/tame-volara-quito-y-bogota-en-junio-de-2012.html>
- http://www.faa.gov.library/manuals/aircraft/amt_handbook/
- <http://www.almez.pntic.mec.es/jgonza86/Sistemas%20de%20poleas%20y%20correas.html>
- <http://www.ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn121.html>

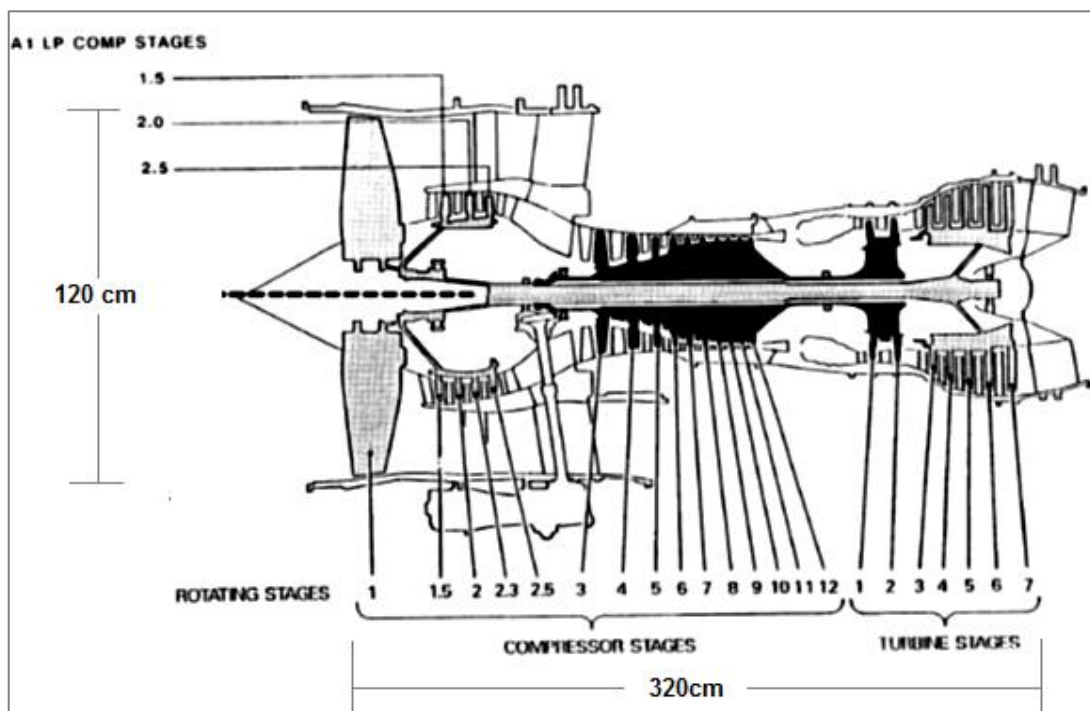
ANEXOS

ANEXO A

“TRAINING MANUAL A -320”

ANEXO A1:
“DIMENSIONES MOTOR V – 2500”

STAGES :	COMPONENT :	STAGE NUMBER :
1	FAN	1
1 2 3 4	LOW PRESSURE COMPRESSOR (BOOSTER)	1.5 2 2.3 2.5
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	HIGH PRESSURE COMPRESSOR	3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
COMBUSTION CHAMBER		
1 2	HIGH PRESSURE TURBINE	1 2
1 2 3 4 5	LOW PRESSURE TURBINE	3 4 5 6 7
COMMON NOZZLE		



ANEXO B

“EQUIPOS DE SEGURIDAD”

Anexo B1:
“EQUIPOS DE SEGURIDAD”



Overol



Botas



Protector de oídos



Gafas



Mascarilla



Guantes

ANEXO C

“MATERIALES Y HERRAMIENTAS”

**ANEXO C1:
“MATERIALES Y HERRAMIENTAS”**



Aceite soluble –Taladrina



Herramienta de corte



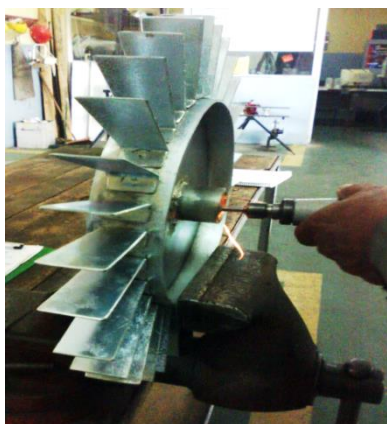
Pegamento RED-SILICONE



Abrazaderas



Arcos de sujeción



Enginetool



Soportes Platina en forma []

ANEXO D

“CATÁLOGOS”

ANEXO D1:

“CATÁLOGO LÁMINA DE TOL NEGRO ASTM A1011”

Planchas Delgadas LAC



Planchas de acero laminadas en caliente con bordes de laminación, de espesores menores a 4,75 mm.

DIMENSIONES NOMINALES (1)	
Calidad Comercial	Calidad Estructural
PDLAC 1011 TB (mm)	PDLAC A36 (mm)
1.8 x 1,200 x 2,400	3,0 x 1,500 x 6,000
1.9 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,200 x 2,400
2.0 x 1,200 x 2,400	4.5 x 1,500 x 6,000
2.2 x 1,100 x 2,400	
2.2 x 1,200 x 2,400	
2.3 x 1,200 x 2,400	
2.4 x 1,200 x 2,400	
2.5 x 1,200 x 2,400	
2.8 x 1,200 x 2,400	
2.9 x 1,200 x 2,400	
3.0 x 1,200 x 2,400	
4.0 x 1,200 x 2,400	
4.4 x 1,200 x 2,400	

NORMAS TÉCNICAS:

Comercial : ASTM A1011 TB

Estructural : ASTM A36

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Comercial:

Límite de Fluencia mínimo = 2,110 - 3,510 kg/cm² (*)

Alargamiento en 50 mm = 25.0 % mínimo (*)

Doblado = a 180°

Estructural

Límite de Fluencia mínimo = 2,550 kg/cm² (*)

Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,610 kg/cm²

Alargamiento en 50 mm = 20.0 % mínimo

Doblado = a 180° (opcional).

Diámetro Pin = 3e. Sentido Laminación

(*) Referencial

(1) Previa consulta y a pedido, también se suministra en otras longitudes.

USOS:

Construcción de silos, embarcaciones pesqueras, vagones, estructuras y usos en general.

ANEXO D2:

“CATÁLOGO PLATINA ASTM A36M”

Platinas



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

NORMAS TÉCNICAS:

Composición Química y Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M
Tolerancias Dimensionales : ISO 1035/4

PRESENTACIÓN**:

Se producen en barras de 6 metros de longitud. Se suministran en varillas y en paquetes de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetes de 1 TM c/u.

USOS:

Estructuras metálicas de todo tipo: construcción de puertas, portones, cercos, marcos de ventanas, rejas de protección y decorativas, barandas, carpintería metálica artística, muebles, mesas, sillas, adornos.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
Resistencia a la Tracción = 4,080 -5,620 kg/cm²
Alargamiento en 200 mm:
1/8" = 15,0 % mínimo
3/16" = 15,0 % mínimo
1/4" = 17,5 % mínimo
5/16, 3/8", 5/8", 3/4" y 1" = 20,0 % mínimo
Doblado a 180° = Bueno
Soldabilidad = Buena.

ANEXO D3:

“CATÁLOGO EJE DE ACERO DE TRANSMISIÓN ASTM 108”

ACERO AISI-SAE 1018 (UNS G10180)

1. Descripción: este acero de bajo - medio carbono tiene buena soldabilidad y ligeramente mejor maquinabilidad que los aceros con grados menores de carbono. Se presenta en condición de calibrado (acabado en frío). Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria.

2. Normas involucradas: ASTM A 108

3. Propiedades mecánicas: Dureza 126 HB (71 HRb)
Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)
Elongación máxima 15% (en 50 mm)
Reducción de área 40%
Modulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

4. Propiedades físicas: Densidad 7.87 g/cm³ (0.284 lb/in³)

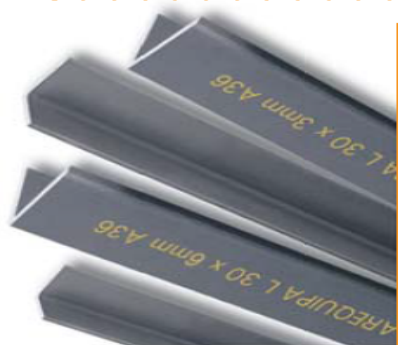
5. Propiedades químicas: 0.15 – 0.20 % C
0.60 – 0.90 % Mn
0.04 % P máx
0.05 % S máx

6. Usos: se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los pines, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina

ANEXO D4:

“CATÁLOGO ÁNGULO ESTRUCTURAL ASTM A36”

Ángulos Estructurales



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

NORMAS TÉCNICAS:

Sistema Inglés: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M
 Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6 M
 Sistema Métrico: Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36 M
 Tolerancias Dimensionales: ISO 657/ V

PRESENTACIÓN**:

Se producen en longitudes de 6 metros.
 Se suministran en varillas y en paquetones de 2 TM, los cuales están formados por 2 paquetes de 1 TM c/u.

USOS:

En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industria naval, carrocerías, torres de transmisión. También se utiliza para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
 Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm² (*)
 Alargamiento en 200 mm

Espesores:

2.0mm, 2.5mm, 3.0mm, = 15.0 % mínimo
 3/32" y 1/8" = 15.0 % mínimo
 4.5 mm = 15.0 % mínimo
 3/16" = 17.0 % mínimo
 6.0 mm = 17.5 % mínimo
 1/4" = 20.0 % mínimo
 5/16", 3/8" y 1/2 = Buena
 Soldabilidad

(*) Para espesores de 2.0 y 2.5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 3,500 kg/cm².

ANEXO D5:

“CATALOGO PARA MEDIDAS DE AGUJEROS PARA ROSCAS”

WHITWORTH BSW				AMERICANA NF				GAS WHIT. BPS				METRICA							
Macho	Filete	Diam.	Mecha	Macho	Filete	Diam.	Mecha	Macho	Filete	Diam.	Mecha	Macho	Filete	Diam.	Mecha				
1/16	60	1,59	1,25	Nº 3	56	2,52	2,00	1/8	28	9,73	8,75	M 2	0,40	2,0	1,50				
3/32	48	2,38	2,00	Nº 4	48	2,85	2,25	1/4	19	13,16	11,75	M 2,3	0,40	2,3	2,00				
1/8	40	3,18	2,50	Nº 5	44	3,18	2,50	3/8	19	16,66	15,25	M 2,5	0,45	2,5	2,15				
5/32	32	3,97	3,25	Nº 6	40	3,51	3,00	1/2	14	20,96	19,00	M 3	0,50	3,0	2,50				
3/16	24	4,76	3,75	Nº 8	36	4,17	3,50	5/8	14	22,91	21,00	M 3,5	0,60	3,5	3,00				
7/32	24	5,56	4,75	Nº 10	32	4,83	4,00	3/4	14	26,44	24,50	M 4	0,70	4,0	3,25				
1/4	20	6,35	5,25	Nº 12	28	5,49	4,50	7/8	14	30,20	28,25	M 5	0,80	5,0	4,25				
5/16	18	7,94	6,50	1/4	28	6,35	5,50	1"	11	33,25	30,50	M 6	1,00	6,0	5,00				
3/8	16	9,53	8,00	5/16	24	7,94	7,00	AMERICANA GAS NPS								M 7	1,00	7,0	6,00
7/16	14	11,11	9,50	3/8	24	9,53	8,50	Macho								M 8	1,25	8,0	6,75
1/2	12	12,70	10,50	7/16	20	11,11	10,00	Filete								M 9	1,25	9,0	7,75
9/16	12	14,29	12,00	1/2	20	12,70	11,50	Mecha								M 10	1,00	10,0	9,00
5/8	11	15,88	13,50	9/16	18	14,29	13,00	1/8	27	10,27	9,00	M 10	1,50	10,0	8,50				
3/4	10	19,05	16,50	5/8	18	15,88	14,50	1/4	18	13,57	11,50	M 12	1,00	12,0	11,00				
7/8	9	22,23	19,50	3/4	16	19,05	17,50	3/8	18	17,06	15,00	M 12	1,50	12,0	10,50				
1"	8	25,40	22,50	7/8	14	22,23	20,50	1/2	14	21,22	18,50	M 12	1,75	12,0	10,50				
1 1/4	7	31,75	28,00	1"	14	25,40	23,50	3/4	14	26,57	24,00	M 14	1,25	14,0	12,75				
1 1/2	6	38,10	34,00	1 1/2	12	38,10	36,00	1"	11	33,23	30,00	M 14	1,50	14,0	12,50				
				1 1/2	12	38,10	36,00	1 1/2	11 1/2	48,05	45,00	M 14	1,50	14,0	12,50				

ANEXO D6:

“CATÁLOGO PARA SELECCIÓN DE CABLES”

Calibre AWG - MCM	Sección Real (mm²)	Intensidad Admisible (Amperios)
14	2.081	30
12	3.309	40
10	5.261	55
8	8.366	70
6	13.300	100
4	21.150	130
3	26.670	150
2	33.630	175
1	42.410	205
1/0	53.480	235
2/0	67.430	275
3/0	85.030	320
4/0	107.200	370
250 MCM	126.700	410
300 MCM	151.000	460

Tamaño del cable, corte de área seccional mm²	Corriente Máxima [A]	Potencia generada [W]		
		12 V	24 V	220 V
1.0	10	20	240	2200
1.5	15	80	360	3300
2.5	20	240	480	4400
4.0	30	360	720	6600
6.0	35	420	840	7700
10.0	50	600	1200	11000
16.0	70	840	1680	15400
25.0	90	1080	2160	19800

ANEXO J

PLANOS

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Cristian Patricio Bravo Panchi

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 04 – 02 - 1991

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 171887953-7

TELÉFONOS: 022341614 – 0984847939

CORREO ELECTRÓNICO: cristain1919@hotmail.com

DIRECCIÓN: Quito, Valle de los Chillos, Santa Mónica – La Inmaculada



ESTUDIOS REALIZADOS

- PRIMARIA: Escuela “Amable Arauz” 08-07-2005
- SECUNDARIA: Unidad Educativa Experimental “Manuela Cañizares” 06-07-2009
- SUPERIOR: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico 31-08-2012

TÍTULOS OBTENIDOS

- BACHILLER EN CIENCIAS ESPECIALIZACIÓN FÍSICO MATEMÁTICAS
- TECNOLOGÍA MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES
- SUFICIENCIA IDIOMA INGLÉS - INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Empresa:

ALA DE TRANSPORTE N° 11 FAE - QUITO

Cargo:

PRACTICANTE (160 H)

Desde/Hasta:

14 DE FEBRERO DEL 2011 / 18 DE MARZO DEL 2012

Empresa: ALA DE COMBATE N° 23 FAE - MANTA
Cargo: PRACTICANTE (160 H)
Desde/Hasta: 08 DE AGOSTO DEL 2011 / 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2011

Empresa: SERVICIO AEROPOLICIAL - QUITO
Cargo: PRACTICANTE (200 H)
Desde/Hasta: 30 DE ENERO DEL 2012 / 09 DE MARZO DEL 2012

Empresa: INDUSTRIA AERONÁUTICA DEL ECUADOR DIAF - LATACUNGA
Cargo: PRACTICANTE (320 H)
Desde/Hasta: 10 DE SEPTIEMBRE DEL 2012 / 10 DE NOVIEMBRE DEL 2012

Empresa: BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO No. 15 - QUITO
Cargo: PRACTICANTE (320 H)
Desde/Hasta: 21 DE NOVIEMBRE DEL 2012 / 21 DE ENERO DEL 2013

Empresa: LINEAS AÉREAS NACIONALES DEL ECUADOR AEROLANE
Cargo: PRACTICANTE (250 H)
Desde/Hasta: 20 DE FEBRERO DEL 2013 / 02 DE ABRIL DEL 2013

CURSOS Y SEMINARIOS

Curso: “VI JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA I.T.S.A 2010” - INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, 16 HORAS.

Seminario: “SEMINARIO DE TRAZABILIDAD” - INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, 70 HORAS

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR**

Bravo Panchi Cristian Patricio

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs. Tec. Avc. Ing. ATENCIO HEBERT

Latacunga, Septiembre 27 del 2013

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, CRISTIAN PATRICIO BRAVO PANCHI, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en el año 2013, con Cédula de Ciudadanía N° 171887953-7, autor del Trabajo de Graduación **“CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA DEL SISTEMA DE LUBRICACIÓN DEL MOTOR V-2500 OPERATIVO EN EL AVIÓN AIRBUS A-320 PARA EL INTER – APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”**, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Bravo Panchi Cristian Patricio

Latacunga, Septiembre 27 del 2013