

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN COCHE TRANSPORTADOR
PARA EL APU DE LOS AVIONES BOEING 737-200 PARA
LA SECCIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA COMPAÑÍA
AEROGAL**

POR:

ÉMERSON RUBÉN GALINDO GALLEGOS

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. **ÉMERSON RUBÉN GALINDO GALLEGOS**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

Sgos. Téc. Avc. Vallejo William

DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, 31 de agosto del 2009

DEDICATORIA

A mis Padres: Por el respeto, responsabilidad, dedicación y tenacidad que me inculcaron para que siempre lograra mis metas; por ser mis amigos incondicionales por enseñarme valores y principios, los amo.

A mi Padre Rubén Galindo: Por su inteligencia, por su apoyo, por su enseñanza, por su ejemplo y sobre todo por confiar en mí.

A mi Madre María de Lourdes Gallegos: Por su amor, por su ternura, por su dedicación, por su entrega absoluta, por sus oraciones que día a día me brindan mucha fortaleza, gracias por ser mi mejor amiga.

Émerson Galindo

AGRADECIMIENTO

A mis Padres: Por su sacrificio y esfuerzo, por forjarme un futuro, por apoyarme incondicionalmente y brindarme su amor; le doy gracias a Dios el que estén a mi lado y sean mi razón de vivir.

A mis amigos: Gracias por estar conmigo, por su apoyo, por su verdadera amistad, por compartir buenos y malos momentos, por las alegrías y las tristezas, por confiar en mi. Gracias.

Émerson Galindo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---------------------------|-----|
| CARÁTULA..... | I |
| CERTIFICACIÓN..... | II |
| DEDICATORIA..... | III |
| AGRADECIMIENTO..... | IV |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | V |
| LISTA DE FIGURAS..... | IX |
| LISTA DE TABLAS..... | X |
| LISTA DE ANEXOS..... | XI |
| RESUMEN..... | XII |

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

| | |
|---|----------|
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 1 |
| 1.1.1 Formulación del problema..... | 2 |
| 1.2 Justificación e importancia..... | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 4 |
| 1.3.1 General..... | 4 |
| 1.3.2 Específicos..... | 4 |
| 1.4 Alcance..... | 4 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----------|
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 5 |
| 2.2 Fundamentación teórica..... | 5 |
| 2.2.1 Avión Boeing 737..... | 5 |
| 2.2.2 “Unidad de Potencia Auxiliar (APU)..... | 9 |

| | |
|--|----|
| 2.2.3 Mantenimiento..... | 16 |
| 2.2.4 Tipos de mantenimiento..... | 16 |
| 2.2.5 Mantenimiento Aeronáutico..... | 18 |
| 2.2.6 Equipos de apoyo en tierra en la aviación..... | 19 |

CAPÍTULO III

EJECUCIÓN DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN

| | |
|--|-----------|
| 3.1 Modalidad básica de la investigación..... | 20 |
| 3.1.1 Tipos de investigación..... | 21 |
| 3.1.2 Niveles de investigación..... | 21 |
| 3.2 Población y muestra..... | 22 |
| 3.3 Métodos y Técnicas de la Investigación..... | 23 |
| 3.3.1 Métodos..... | 23 |
| 3.3.2 Técnicas..... | 24 |
| 3.4 Recolección de información..... | 25 |
| 3.5 Procesamiento de la información..... | 26 |
| 3.6 Conclusiones y recomendaciones de la investigación..... | 38 |
| 3.6.1 Conclusiones..... | 38 |
| 3.6.2 Recomendaciones..... | 38 |

CAPÍTULO IV

FACTIBILIDAD

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 4.1 Tema..... | 40 |
| 4.2 Factibilidad técnica..... | 40 |
| 4.3 Factibilidad legal..... | 40 |
| 4.4 Factibilidad de apoyo..... | 40 |
| 4.5 Recursos..... | 41 |

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 4.5.1 Recurso humano..... | 41 |
| 4.5.2 Recurso material..... | 42 |
| 4.6 Cronograma..... | 44 |

CAPÍTULO V

DESARROLLO FACTIBILIDAD

| | |
|---|-----------|
| 5.1 Antecedentes..... | 47 |
| 5.2 Justificación..... | 47 |
| 5.3 Objetivos..... | 47 |
| 5.3.1 General..... | 47 |
| 5.3.2 Específicos..... | 47 |
| 5.4 Alcance..... | 48 |
| 5.5 Marco teórico..... | 48 |
| 5.5.1 El acero..... | 48 |
| 5.5.2 Soldadura..... | 49 |
| 5.6 Planteamiento y estudio de alternativas..... | 53 |
| 5.6.1 Planteamiento de alternativas..... | 53 |
| 5.6.2 Estudio de alternativas..... | 54 |
| 5.6.3 Parámetros de evaluación..... | 56 |
| 5.6.4 Matriz de evaluación y decisión..... | 57 |
| 5.6.5 Selección de la mejor alternativa..... | 58 |
| 5.7 Requerimientos técnicos..... | 58 |
| 5.8 Cálculos básicos..... | 58 |
| 5.8.1 Cálculo del coche..... | 58 |
| 5.8.2 Centro de gravedad..... | 65 |
| 5.9 Construcción..... | 70 |
| 5.9.1 Etapas de la construcción..... | 71 |
| 5.9.2 Herramientas, máquinas y equipos..... | 76 |
| 5.9.3 Procesos de construcción..... | 77 |
| 5.9.4 Tabla de procesos..... | 83 |
| 5.9.5 Pruebas de funcionamiento..... | 84 |

| | |
|---|------------|
| 5.10 Manuales y hojas de registro..... | 85 |
| 5.10.1 Manual de operación..... | 86 |
| 5.10.2 Manual de mantenimiento..... | 87 |
| 5.10.3 Hojas de registro..... | 89 |
| 5.11 Presupuesto..... | 92 |
| 5.12 Conclusiones y recomendaciones..... | 94 |
| 5.12.1 Conclusiones..... | 94 |
| 5.12.2 Recomendaciones..... | 94 |
| Glosario de términos..... | 95 |
| Bibliografía..... | 98 |
| Planos del coche transportador..... | 99 |
| Anexos..... | 100 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----------|
| Figura N° 2.1: Avión Boeing 737-200..... | 5 |
| Figura N° 2.2: Interior de un Boeing 737-200..... | 6 |
| Figura N° 2.3: Unidad de potencia auxiliar..... | 9 |
| Figura N° 2.4: Ubicación del APU. | 10 |
| Figura N° 2.5: Partes del APU. | 11 |
| Figura N° 5.1: Soldadura por arco. | 51 |
| Figura N° 5.2: Transportation dolly APU. | 54 |
| Figura N° 5.3: Distribución de fuerzas. | 58 |
| Figura N° 5.4: Diagrama de cortes. | 59 |
| Figura N° 5.5: Sección 1-1..... | 60 |
| Figura N° 5.6: Diagrama de cargas. | 62 |
| Figura N° 5.7: Cálculo de reacciones. | 64 |
| Figura N° 5.8: Dimensiones del coche transportador..... | 65 |
| Figura N° 5.9: Diagrama de cargas. | 67 |
| Figura N° 5.10: Diagrama de fuerzas cortantes. | 67 |
| Figura N° 5.11: Diagrama de momento flector. | 68 |
| Figura N° 5.12: Construcción de la base de estructura principal. | 71 |
| Figura N° 5.13: Vigas verticales de soporte de la estructura principal..... | 72 |
| Figura N° 5.14: Proceso de soldadura de las columnas soporte..... | 72 |
| Figura N° 5.15: Pines guías..... | 73 |
| Figura N° 5.16: Base de las ruedas..... | 74 |
| Figura N° 5.17: Masillado..... | 75 |
| Figura N° 5.18: Pintado y acabados del coche..... | 75 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| Tabla N° 3.1: Análisis de resultados..... | 28 |
| Tabla N° 3.2: Análisis de resultados. | 29 |
| Tabla N° 3.3: Análisis de resultados. | 30 |
| Tabla N° 3.4: Análisis de resultados..... | 31 |
| Tabla N° 3.5: Análisis de resultados. | 33 |
| Tabla N° 3.6: Análisis de resultados. | 34 |
| Tabla N° 3.7: Análisis de resultados. | 35 |
| Tabla N° 3.8: Análisis de resultados. | 36 |
| Tabla N° 4.1: Recurso humano. | 41 |
| Tabla N° 4.2: Costo primario. | 42 |
| Tabla N° 4.3: Costos secundarios. | 43 |
| Tabla N° 4.4: Costo total. | 43 |
| Tabla N° 5.1: Alternativa N° 1 Transportation Dolly..... | 55 |
| Tabla N° 5.2: Alternativa N° 2 Coche transportador. | 55 |
| Tabla N° 5.3: Matriz de evaluación y decisión. | 57 |
| Tabla N° 5.4: Datos técnicos de las máquinas, herramientas y equipos | 76 |
| Tabla N° 5.5: Simbología. | 77 |
| Tabla N° 5.6: Tabulación de procesos. | 83 |
| Tabla N° 5.7: Prueba con carga. | 84 |
| Tabla N° 5.8: Codificación de los manuales. | 86 |
| Tabla N° 5.9: Costos materiales y mano de obra..... | 92 |
| Tabla N° 5.10: Costos varios. | 93 |
| Tabla N° 5.11: Costo total. | 94 |

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Investigación

Anexo A.1: Ficha de observación.

Anexo A.2: Instalación y puntos de soporte del APU.

Anexo A.3: Ficha de la encuesta.

Anexo A.4: Tabulación de los resultados de la encuesta.

Anexo A.5: Resultados de la encuesta realizada a los técnicos de mantenimiento de la compañía AEROGAL.

Anexo A.6: Engineering Department. Power Plants Section. APUs Data Log.

Anexo A.7: Service Letter.

Anexo B: Especificaciones del material.

Anexo B.1: Tubería estructural.

Anexo B.2: Tubo cuadrado de 2"x2mm utilizado en la estructura principal.

Anexo B.3: Características técnicas del material utilizado.

Anexo B.4: Características técnicas de las llantas.

Anexo C: Pruebas de funcionamiento.

Anexo C.1: Fotografías de la prueba final con el APU.

Anexo D: Carta de aceptación del Usuario.

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo, se da a partir de la necesidad de optimizar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200 en la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL, por lo que se busca crear un ambiente laboral seguro para el personal técnico de mantenimiento y ahorrar recursos a la compañía.

Al inicio del trabajo se propone algunos objetivos de la investigación y cuyo principal fue determinar las características técnicas y físicas que ayuden a optimizar el mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, en la compañía AEROGAL mediante información de libros y manuales, esto permitió observar de manera clara que era factible el desarrollo del trabajo para mejorar el proceso de mantenimiento.

Luego de la etapa de investigación se concluye se debe implementar un coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200 ya que es factible su construcción.

En seguida se escoge la mejor alternativa de construcción y se realiza un estudio técnico del APU para determinar las características físicas, mecánicas, económicas, necesarias del material que se va a emplear para el coche. Una vez finalizada ésta fase se procedió a construirlo.

Después que se terminó la construcción del coche transportador se realizaron las pruebas de funcionamiento y operación de éste, para poder verificar que cumpla con el trabajo para el que fue diseñado, los cuales fueron efectivos y cumplieron con las expectativas planteadas al inicio del trabajo investigativo.

Finalmente para el uso del coche transportador fue necesario la elaboración de manuales de operación y mantenimiento, para el correcto desempeño del personal técnico que lo va a utilizar preservando la vida útil del coche y evitando el riesgo de accidentes laborales.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Aerolíneas Galápagos AEROGAL, es una compañía que fue fundada en noviembre de 1985 y cuya sede principal se encuentra actualmente en la ciudad de Quito, dicha compañía se creó para realizar el transporte aéreo de pasajeros y carga en el Territorio Continental Ecuatoriano y el Archipiélago de Galápagos y cuyo compromiso principal es brindar un servicio de calidad a todos sus clientes cumpliendo con todas las regulaciones y estándares nacionales e internacionales.

Los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico deben cumplir con los créditos de pasantías como requisito para la graduación, en ese tiempo por la experiencia obtenida dentro de la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL se observó la necesidad de optimizar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, para esto existen algunos aspectos que se deben tener en cuenta como trabajar con los equipos de apoyo en tierra necesarios ya que son indispensables para el mantenimiento de las aeronaves, dentro de estos equipos existen soportes que se los utiliza al momento de remover componentes pesados del avión para su transporte, por ejemplo tenemos los siguientes soportes y coches transportadores para: motores, revesas de los motores, unidad de potencia auxiliar, estabilizadores, caja de accesorios del motor, flaps, entre otros.

También se observó que al momento que se realizan trabajos en la unidad de potencia auxiliar (APU) y esta necesita ser removida del avión se trabaja de forma no muy apropiada, debido a que no se cuenta con un soporte adecuado para el APU provocando de esta manera pérdida de tiempo, utilización de soportes improvisados, trabajar en un ambiente laboral inseguro, perjudicando así con dicho proceso.

Por lo expuesto anteriormente, es de gran importancia disponer de estos equipos ya que ayudarán al personal técnico de mantenimiento a realizar un trabajo eficiente, colaborando así de esta manera en la optimización del proceso de mantenimiento de los aviones de la compañía.

Si la sección de mantenimiento continúa trabajando sin el equipo adecuado para el transporte del APU, podría traer consecuencias como pérdida de recursos como tiempo, talento humano, materiales, entre otros, que afectarían el correcto desempeño profesional del personal técnico disminuyendo la eficacia y eficiencia en el proceso de mantenimiento.

1.1.1 Formulación del problema.

¿Cuáles son las características técnicas que se deben considerar para la optimización del proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200 en la compañía AEROGAL?

1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.

El personal técnico de la compañía AEROGAL, realiza un trabajo muy capaz día a día en el mantenimiento de los aviones Boeing 737-200 cumpliendo así con las regulaciones aeronáuticas para brindar un servicio seguro a los usuarios de la compañía.

Mediante la experiencia dentro del campo laboral en la sección de mantenimiento de AEROGAL en la ciudad de Quito, se ha visto que existe la necesidad de optimizar el proceso de mantenimiento, también existe la carencia de equipos de apoyo en tierra para el transporte de algunos componentes del avión Boeing 737-200, entre ellos para el APU que ayude a movilizar este componente de manera segura y eficiente.

Los trabajos de mantenimiento actualmente en la flota de aviones B737-200, y el intervalo de remoción del APU se controla por Condition

Monitoring. Anteriormente se venía controlando con intervalo de 2500 APU Hour ó 3240 Flight Hour A/C. Esto es Hard Time.

Esto se debe, a un SL49-070 emitido por Boeing. (ver anexo A). La aplicabilidad de esta SL49-070, inició en Mayo 2008. Por lo tanto, ahora las remociones de APU, están sujetas a eventos que sucedan en el componente de cada avión, en cada operador.

Además se adjunta (ver anexo A) un cuadro de cambios de APU. Este cuadro fue facilitado por un representante de Ingeniería de Motores, ya que la compañía cuenta con una flota de diez aviones Boeing 737-200, este cuadro permite evidenciar que los APU han sido removidos e instalados en 20 ocasiones en el año 2008 lo cual muestra una alta frecuencia con la que se realizan los trabajos de mantenimiento en este componente.

Con la optimización del proceso de mantenimiento se ayudará al personal técnico, ya que podrán trabajar de manera segura y eficiente evitando el riesgo de accidentes laborales y creando un ambiente laboral confortable, también se evitará posibles daños en componentes, accesorios, cañerías y otros elementos del APU al momento de trasladarlo a otro sitio.

El desarrollo de este trabajo investigativo será de gran beneficio para la compañía ya que aumentará la eficacia y eficiencia en los trabajos de mantenimiento reduciendo recursos materiales, talento humano, tiempo y demás factores que intervienen para el cumplimiento de las tareas que se ejecutan en la sección, optimizando de esta manera el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200.

Asimismo este trabajo está encaminado para los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico u otras personas inmiscuidas en el campo aeronáutico, que necesiten una fuente bibliográfica de referencia para el desarrollo de otros trabajos investigativos.

1.3 OBJETIVOS.

1.3.1 General

- Determinar las características técnicas y físicas, que ayuden a optimizar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200 en la compañía AEROGAL mediante información de libros, manuales, normas, políticas y leyes.

1.3.2 Específicos.

- Conocer el criterio del personal técnico sobre los problemas que tienen al momento de realizar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200.
- Observar cómo se realizan las distintas tareas de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200.
- Recopilar información a cerca de los equipos de apoyo en tierra que son necesarios para el mantenimiento de los aviones Boeing 737-200.

1.4 ALCANCE.

El presente trabajo investigativo, va dirigido al personal técnico de la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL que se encuentra en la ciudad de Quito, para ayudar en la optimización y correcto desempeño de los procedimientos de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, y por lo tanto beneficiará para crear un ambiente laboral seguro y eficiente que cumpla con las regulaciones aeronáuticas impuestas por la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

En el momento que se realizó la investigación de campo y mediante la observación se pudo verificar que la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL, trabaja con coches que son utilizados para transportar diferentes tipos de componentes del avión entre ellos el APU del Boeing 737-200 pero este equipo no es destinado para realizar este trabajo.

Además se pudo indagar que alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en la actualidad se encuentra desarrollando proyectos destinados a mejorar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, como es la construcción de un soporte para la CSD (constant speed drive) y un coche transportador para las reversas de los motores JT8D.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Avión Boeing 737.



Figura N° 2.1: Avión Boeing 737-200

“El **Boeing 737** es un avión para transporte aéreo de pasajeros a reacción de rango corto a mediano. Ha sido continuamente fabricado por Boeing Commercial Airplanes desde 1967. Con 5.000 unidades vendidas, es el avión para transporte de pasajeros más producido y popular de la historia aeronáutica.

El avión Boeing 737 estaba dentro de la categoría de 100 asientos, que ahorra peso al situar los motores bajo el ala y dinero al utilizar la misma cabina que los 707 y 727. Hasta donde fue posible, Boeing utilizó componentes y conocimientos de programas anteriores, especialmente del 727. El fuselaje, incluyendo la proa y la cubierta de vuelo, era casi idéntico al de aquel, aunque bastante más corto y con una sección de cola completamente diferente. Los motores eran virtualmente idénticos a los del 727, aunque dos en vez de tres.

Serie 737-200.

El 737-200 realizó su primer vuelo el 8 de agosto de 1967, y fue enviado a United en diciembre.

Del modelo original, el 737-100, sólo se vendieron los otros 21 ejemplares ya pedidos por la aerolínea alemana más siete para otros clientes, pero el 200 fue claramente más exitoso, y comenzó a ser bien colocado en el extranjero, además de conseguir algunos pedidos de aerolíneas americanas, como Western, PSA y Piedmont.

Las ventas del 200 superaron en mucho a las del 100, y se mantuvo en producción hasta 1988, cuando fue reemplazado por el 737-300, después de haberse fabricado 1114 unidades.



Figura Nº 2.2: Interior de un Boeing 737-200

Características Generales.

El avión Boeing modelo 737 serie 200, fue diseñado para vuelos de corto y medio alcance pues su autonomía de combustible es de 4 horas aproximadamente, o el equivalente a 2.580 km (1.600 millas).

Es un avión bimotor, equipado con motores Pratt & Whitney. Se ubican debajo de cada ala, y cuentan con sistema de reversa.

La cabina es presurizada mediante el sistema de aire acondicionado. Los pilotos controlan su presión en un máximo de 7,5 psi a 35.000 pies de altura.

El oxígeno es proporcionado por dos sistemas independientes. Uno de ellos se activa automáticamente en modalidad de emergencia cuando el avión vuela a 14.000 pies de altura.”¹

Además tenemos otras especificaciones generales situadas a continuación:

| Boeing 737-200 | Dimensiones |
|-----------------------|--|
| Longitud | 30,50 m (100 ft. 2 in.) |
| Envergadura | 28,35 m (93 ft.) |
| Altura | 11,28 m (37 ft.) |
| Superficie alar | 91,10 m ² (980 ft ²) |
| | |
| Pesos | |
| Carga máxima | 15.860 kg. (34.966 lb.) |

¹ www.wikipedia.org/wiki/Boeing_737

| | |
|---------------------------|---|
| Peso máx. al despegue | 52.390 kg. (115.500 lb.) |
| Peso máx. al aterrizaje | 47.627 kg. (105.000 lb.) |
| Peso máx. sin combustible | 43.771 kg. (96.500 lb.) |
| | |
| Capacidades | |
| Pasajeros (2 clases) | 115 |
| Pasajeros (1 clase) | 130 |
| Capacidad de combustible | 18.094 litros (4.780 US. gal.) |
| | |
| Prestaciones | |
| Velocidad de crucero | 830 km/h (516 mph) |
| Techo máximo | 10.700 m (35.000 ft.) |
| Alcance | 3.700 km. (2.300 millas) |
| Velocidad máxima | 925 km/h (575 mph) |
| | |
| Motores | |
| Cantidad | 2 |
| Tipo y empuje | Pratt & Whitney JT8D-9A 6.577 kg. (14.500 lb.) JT8D-15A 7.030 kg. (15.500 lb.) JT8D-17A 7.257 kg. (16.000 lb.) |

2.2.2 Unidad de Potencia Auxiliar (APU).

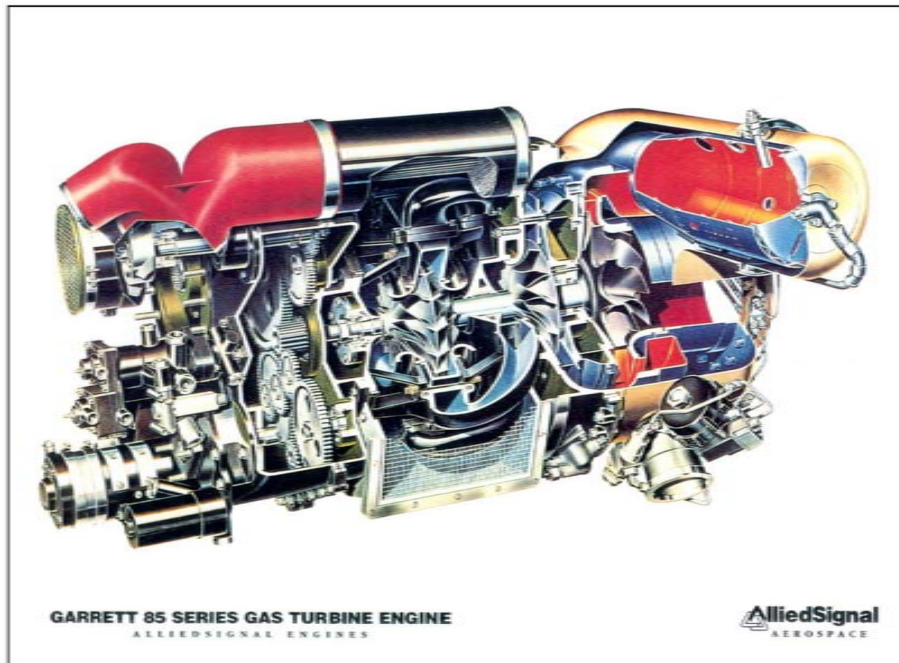


Figura N° 2.3: Unidad de potencia auxiliar

“APU son las siglas de Auxiliary Power Unit, o unidad de potencia auxiliar, con las que corrientemente se designan a los motores instalados a bordo de los aviones para suministrar potencia eléctrica y neumática, para accionar los diversos sistemas del avión con independencia de los equipos de tierra.

La APU se utiliza principalmente para el arranque de los motores y para el acondicionamiento de aire en el interior de la cabina. Durante la fase de despegue la APU, puede usarse como fuente neumática para el sistema de aire acondicionado con el propósito de no extraer potencia directamente de los motores, ya que ello iría en detrimento del empuje.

La APU normalmente va instalada en el cono de cola. El alojamiento de la APU va provisto con un equipo detector y extintor de incendio.



Figura N° 2.4: Ubicación del APU.

La APU es una pequeña turbina de gas con dispositivo propio de puesta en marcha, generalmente con tres o cuatro escalones de compresor y dos rotores en la turbina. Dispone de uno o más sangrados de aire a distintas presiones para abastecer las necesidades del sistema neumático. A través de un cárter reductor de accesorios, se extrae la potencia mecánica necesaria para el arrastre del alternador y de los distintos accesorios de la propia unidad de potencia auxiliar.

En general la APU está diseñada de forma que pueda funcionar hasta unos 9.000 metros de altitud y en condiciones de formación de hielo. Sus características son variables según el tipo de avión que deba equipar.

El compresor de la APU puede ser centrífugo, axial o una combinación de ambos. El eje de la turbina está acoplado a la sección de arrastre de accesorios para mover dichos accesorios y al alternador. En algunos casos, el eje de motor está acoplado a un compresor de carga para producir energía neumática para el sistema de control medioambiental y la puesta en marcha de la planta de potencia del avión.

La APU está dotada de los siguientes sistemas: combustible del motor y su control, indicación, escape, y aceite. Además, hay sistemas de detección y

extinción de incendio para la APU.”²

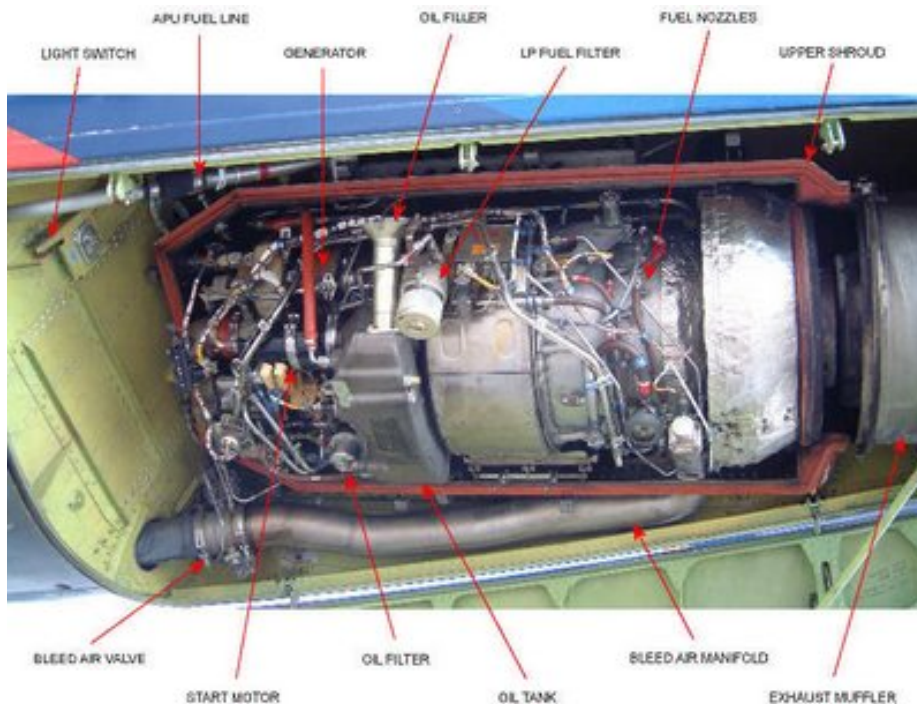


Figura Nº 2.5: Partes del APU.

“Características Generales del APU del Boeing 737-200.

El poder auxiliar llevado por aire es obtenido desde una turbina de gas llamada unidad de potencia auxiliar (APU). El APU es compacto, encerrado en una caja, unidad que provee aire comprimido para arrancar el motor en tierra. La unidad provee aire comprimido para el aire acondicionado mientras el avión está en tierra y a una altitud límite en vuelo. La unidad también provee de poder eléctrico para usar en tierra o en vuelo.

El APU consiste en un motor de turbina de gas, un generador eléctrico de corriente alterna manejado por una turbina a través de accesorios impulsados, y controles para una operación segura y continua. Un sistema de sangrado del compresor del motor está conectado al sistema neumático del avión.

² www.antoniogarciarivas.com/wp-content/upload/APU.pdf

El generador provee de poder eléctrico al sistema eléctrico del avión. Sistemas de detección, advertencia y extinción de fuego son también suministrados por el APU.

El APU está localizado en un compartimiento en la sección de la cola del avión. El acceso para el APU es obtenido a través de una puerta de acceso enganchada en el fuselaje directamente debajo del APU.

El combustible para la operación del APU es obtenido desde el tanque de combustible N° 1. El poder eléctrico para el arranque del APU es obtenido desde la batería del avión.

Posicionando el interruptor principal en "START" inicia automáticamente los controles de operación para encender el APU. La válvula de combustible y las puertas de entrada de aire se abren. La aceleración, ignición, y arranque del motor y corte son controlados para permitir que el motor alcance la velocidad de servicio rápida y seguramente. Tan pronto como el APU alcanza la velocidad de servicio, el poder neumático o eléctrico es obtenido por el correcto posicionamiento de los controles. Si una gran cantidad de poder neumático es requerido, tal como para arrancar el motor del avión, la carga eléctrica debe ser reducida.

El APU es detenido con el posicionamiento del interruptor principal en "OFF". El APU se apaga automáticamente cuando en el motor hay una sobre velocidad, baja presión de aceite, alta temperatura de aceite, o si hay fuego en el compartimiento del APU, La descarga del extintor de fuego, cuando hay fuego en el APU, es controlada manualmente.

APU Planta de Poder.

La planta de poder APU consiste en un conjunto del motor del APU instalado en el avión. El conjunto del motor del APU contiene el motor del APU, generador eléctrico ac, y las piezas de montaje del motor.

Aro de refuerzo del APU.

El motor del APU y sus accesorios están encerrados en un aro de refuerzo a prueba de fuego y que reduce el sonido. Los aros de refuerzo consisten de un aro de refuerzo superior y un aro de refuerzo inferior.

Montaje.

El montaje del APU consiste de montajes de aro, aros de refuerzo, y montajes del motor. Los aros de refuerzo proporcionan el soporte para el montaje del motor y para la estructura con aros de montaje puntuales y abrazaderas de montaje.

Entrada de aire.

La entrada de aire del APU es proporcionado por la entrada de aire del compresor y aire de enfriamiento del motor del APU. La entrada de aire consiste de un ducto difusor de aire, ducto de entrada de aire del compresor, ducto de aire de enfriamiento de los accesorios y la entrada de aire de las puertas.

Motor.

El motor del APU es una turbina de gas que se compone de un compresor centrífugo de dos etapas directamente conectado a una turbina centrípeta de una etapa. El eje de la turbina es engranado a los accesorios que impulsan la sección y proporcionan potencia para mover los accesorios del motor y el generador.

Sistema de combustible.

El sistema de combustible del motor del APU toma combustible desde el tanque No. 1 del avión donde este es regulado y entregado a la cámara de combustión. El sistema de combustible regula el flujo de combustible para mantener una velocidad constante de la turbina bajo condiciones de carga

variable y para mantener a la temperatura de la turbina en dentro de zonas seguras.

Ignición y arranque.

El sistema de ignición y arranque del APU proporciona el medio para mover el motor e iniciar la mezcla de aire-combustible en la cámara de combustión. Automáticamente se activan los controles de arranque del motor y circuitos de ignición cuando el motor está girando aproximadamente a 35/50 y 95% de velocidad de servicio respectivamente.

Aire.

El sistema de aire del APU consiste de componentes neumáticos y mecánicos, el cual funciona automáticamente, para regular la relación y cantidad de sangrado de aire que puede ser traído desde el APU para usar en el sistema neumático del avión.

Un ventilador manejado por la sección de accesorios hace circular aire de enfriamiento para el generador eléctrico ac, enfría el aceite de lubricación, y accesorios del motor.

Controles del motor.

Los controles del motor del APU consiste de interruptores operados manual y automáticamente para el control del arranque, detener y operar normal el motor del APU. Los componentes de control del APU están localizados sobre el motor del APU, En la unidad de control del APU, y adelante en el panel de cabina.

Indicadores del Motor.

La indicación del motor del APU consiste de un sistema de indicación de temperatura de gases de escape, un indicador del tiempo transcurrido montado

sobre el APU para grabar el número de horas que el APU ha sido operado, una luz de sobre velocidad adelante en el panel de cabina.

Escape.

El escape del APU es un sistema de sonido reducido que directamente los gases de escape del APU sobresalen a través de un ducto de escape de aire enfriado.

Lubricación.

El sistema de lubricación del APU es un sistema independiente que proporciona una lubricación presurizada y pulverizada para todos los engranajes y cojinetes adentro de la unidad. Este consiste en una bomba de aceite, tanque de aceite y varias líneas de aceite.

Indicadores de aceite.

El sistema de indicación de aceite del APU provee medios de monitoreo de alta temperatura de aceite, baja presión de aceite, y baja cantidad de aceite con luces indicadoras, las cuales están localizadas adelante en el panel de la cabina.”

³

Conclusiones.

La unidad de potencia auxiliar (APU) es un motor a reacción, componente muy importante que tienen los aviones en este caso el Boeing 737-200 ya que provee al avión de energía eléctrica y neumática para ayudar a cumplir con operaciones en los distintos sistemas ya sea en tierra o en vuelo, es por esto que se debe tener mucho cuidado en la manipulación de este componente al realizar los respectivos trabajos.

³ THE BOEING COMPANY, “737 Maintenance Manual” TRADUCIDO POR: Emerson Galindo

2.2.3 Mantenimiento.

Es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, máquinas, equipos, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

“Objetivos del Mantenimiento.

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
- Evitar accidentes laborales.

2.2.4 Tipos de mantenimiento:

Mantenimiento Correctivo

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

- **No planificado:**

Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

- **Planificado:**

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Mantenimiento Preventivo.

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de:
Prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo.

Se basa en la Confiabilidad de los Equipos sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Mantenimiento Predictivo.

Detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos. También conocido como Mantenimiento Predictivo, Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición. A diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el Mantenimiento Predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación. Por ello, muchas empresas usan sistemas informales basados en los costos evitados, indicándose que por cada dólar gastado en su empleo, se economizan 10 dólares en costos de mantenimiento.

En realidad, ambos Mantenimientos Preventivos no están en competencia, por el contrario, el Mantenimiento Predictivo permite decidir cuándo hacer el Preventivo.

Mantenimiento de Mejora.

Consiste en modificaciones o agregados que se pueden hacer a los equipos, si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento.

Mantenimiento de Oportunidad.

Aprovechando la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas, se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquellos.

Mantenimiento Productivo Total.

Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae sólo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa "El buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones depende y es responsabilidad de todos".⁴

2.2.5 Mantenimiento Aeronáutico.

"Toda inspección, revisión, reparación, conservación y cambio de partes; tendientes a conservar las condiciones de aeronavegabilidad de una aeronave y/o componentes de ella, se denomina en general como Mantenimiento Aeronáutico."⁵

Conclusiones.

El proceso de mantenimiento está encaminado a evitar que se produzcan fallas en infraestructuras, equipos, maquinarias, herramientas, etc., con el fin de

⁴ www.mantenimiento/mundial, Por: Rigoberto Hernando Olarte

⁵ Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.

mantener constante un proceso productivo optimizando recursos materiales, humanos y tiempo de las empresas. También debemos considerar que el mantenimiento es una inversión que se realiza a mediano y largo plazo que atraerá ganancias y reducirá los índices de accidentes en la empresa.

2.2.6 Equipos de apoyo en tierra en la aviación.

Estos equipos son todos aquellos que ayudan a cumplir con el proceso de mantenimiento de las aeronaves para conservar la aeronavegabilidad y éstas se encuentren en condiciones normales para su operación.

A continuación se lista algunos de ellos:

- Coches transportadores
- Escaleras
- Plantas Neumáticas
- Generadores Eléctricos (Generadores Hobart, Houchim)
- Remolcadores y/o tractores.
- Gatos hidráulicos.
- Bancos hidráulicos.
- Soportes.
- Barras de remolque, etc.

CAPÍTULO III

EJECUCIÓN DEL PLAN DE INVESTIGACIÓN

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

- **De campo.**

Se utilizó la investigación de campo ya que fue necesario estar en el lugar donde se produjo el problema es decir en la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL, se observó que la compañía necesita optimizar el proceso de mantenimiento debido a que existen algunos problemas como la falta de espacio para realizar las tareas de reparación estructural, limpieza de componentes, hidráulica, falta un hangar para realizar trabajos en época de lluvia o mal clima, mayor espacio y personal en la bodega de abastecimiento para agilizar las tareas de mantenimiento, existe también la falta de algunos equipos de apoyo en tierra como son para el transporte de algunos componentes como flaps, slats, APU, reversas de los motores, llantas, etc. De igual manera se desarrollo el papel de investigador no participante ya que se estuvo limitado a recopilar información a partir de la observación sin formar parte del grupo de trabajo de la sección de mantenimiento.

- **Bibliográfica.**

Según las fuentes se utilizó la investigación bibliográfica documental debido a que se obtuvo información de manuales, libros, diccionarios, relacionados con el desarrollo del presente trabajo investigativo, los mismos que se lista a continuación, manual de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, catálogo ilustrado de partes, diccionario de inglés técnico aeronáutico, manual del ingeniero mecánico, tecnología de los metales, regulaciones aeronáuticas del Ecuador, etc.

3.1.1 Tipos de investigación.

- **No experimentales.**

Se empleó la investigación no experimental, debido a que las variables independientes y dependientes, causa y efecto respectivamente ya ocurrieron, estas son la falta de espacio en el lugar de trabajo, falta de equipos de apoyo en tierra, falta de personal en la bodega, carencia de un hangar, falta de implementación de equipos de protección personal, etc., y no fueron intervenidas de ninguna manera, es decir, en la sección de mantenimiento de la compañía existe la necesidad de optimizar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, para ahorrar recursos a la compañía como mano de obra y tiempo.

3.1.2 Niveles de investigación:

- **Exploratoria.**

Este tipo de investigación fue de gran ayuda, ya que permitió indagar el problema mediante la observación e identificarlo para plantear posibles soluciones a esa necesidad y seguir con el desarrollo del presente trabajo investigativo.

- **Descriptiva.**

Este tipo de investigación, facilitó detallar la necesidad que existe en la sección de mantenimiento de contar con mayores recursos materiales como herramientas, soportes, espacio, infraestructura, señalización, reorganización de la bodega, para mejorar el proceso de mantenimiento y evitar diversos factores como el uso de soportes y coches transportadores improvisados para algunos componentes del avión los cuales pueden provocar accidentes laborales, además de ocupar mayor mano de obra y recursos materiales, también se debería dotar al personal técnico del suficiente equipo de protección personal, todas éstas necesidades influyen negativamente en el correcto desempeño del proceso de mantenimiento de la sección.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el presente trabajo investigativo, se tomará como conjunto universo al personal que trabaja en la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL que funciona en la ciudad de Quito, y como población será seleccionado el personal técnico que trabaja en mantenimiento de hangar de la sección, que suma un número aproximado de 120 trabajadores..

“Para calcular la muestra necesaria para la recolección de datos estadísticos se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{Ne^2 + Z^2 p \cdot q}$$

En donde:

N = Universo (Población Finita).

e = error de estimación (5% =0.05 o 10% = 0.1).

n = tamaño de la muestra

Z = nivel de confianza (1.65 para el 90% de confiabilidad y 10% error.)

p = Probabilidad a favor (0.50).

q = Probabilidad en contra (0.50).”⁶

Desarrollo:

$$n = \frac{(1,65)^2 (0,25) (120)}{(120) (0,1)^2 + (1,65)^2 (0,25)}$$

$$n = \frac{81,675}{1,880625}$$

$$n = 43,42$$

⁶ www.univo.edu.sv:8081/tesis/013387/013387_Cap3.pdf

El tamaño de la muestra obtenida que sea representativa para el trabajo investigativo es de 43 personas de la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL ubicada en la ciudad de Quito, los cuales estarán seleccionados de la siguiente manera:

- 2 Inspectores de mantenimiento.
- 2 Supervisores de mantenimiento.
- 39 Técnicos de mantenimiento.

3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN.

3.3.1 Métodos.

➤ Análisis.

En la presente investigación se utilizó este método de análisis para identificar el problema de forma general partiendo de un todo es decir se observó la necesidad que hay de optimizar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200 debido a la falta de ciertos recursos que tiene la compañía como son la falta equipos de apoyo en tierra para algunos componentes de la aeronave, carencia de espacio para realizar la tareas de mantenimiento en reparación estructural, mayor personal en la bodega para coordinar de mejor manera las tareas de mantenimiento, capacitación constante del personal técnico sobre seguridad industrial, y permitió reconocer todos los factores que intervienen en este proceso.

➤ Deducción.

Con éste método se inició con el análisis del conocimiento para llegar a hechos particulares , mediante el cual el investigador transita de aseveraciones generales a características particulares del objeto de estudio por lo tanto fue

posible pasar de cómo optimizar el proceso de mantenimiento a observar los factores y posibles soluciones a este problema.

Estos factores son la falta de espacio o secciones, para realizar trabajos específicos como por ejemplo para realizar reparaciones estructurales, limpieza y chequeo de ciertos componentes de los aviones, falta de soportes y coches para movilizar componentes de manera segura y eficiente, también se observó la necesidad de mejorar la organización en la bodega de abastecimiento. Y las posibles soluciones que se pudo plantear que son las de construir un hangar, crear secciones de hidráulica, limpieza de componentes, reparación estructural, implementar equipos de apoyo en tierra, mejorar la organización en la bodega, capacitar al personal técnico a cerca de seguridad industrial, dotar de mayor material para la seguridad personal, facilitar al personal de mantenimiento con todas la máquinas, herramientas y equipos necesarios para desarrollar sus tareas cabalmente.

3.3.2 Técnicas.

➤ La observación:

Permitió registrar los datos de manera planificada y sistemática del objeto de estudio en su propio medio, y ayudó a comprender mejor la necesidad real que se tiene en la compañía dentro de la sección de mantenimiento, ya que se logró obtener información de cómo se están realizando los trabajos de mantenimiento los cuales se los hace cumpliendo con las regulaciones aeronáuticas del Ecuador, pero también existen un menor porcentaje de tareas que se hace sin contar con un equipo especializado para el transporte de algunos componentes del avión como el APU que se lo colocaba en un soporte que no era el adecuado, con la falta de ciertas herramientas, carencia de secciones para realizar algunos trabajos en lo que se refiere a estructuras, hidráulica, neumática, etc., carencia de materiales para seguridad industrial y como afectan todos estos factores en el desempeño profesional de las distintas actividades que se realizan en la sección.

Se utilizó la observación documental bibliográfica ya que fue necesario investigar en distintos libros, manuales, diccionarios técnicos, para recopilar las características técnicas como fueron el manual de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, el catálogo ilustrado de partes del mismo avión, las regulaciones aeronáuticas del Ecuador, cartas de servicio (ver anexo A7), hojas de registro de cambio de componentes del avión que permitieron constatar la factibilidad del trabajo investigativo.

➤ **La encuesta.**

Se realizó mediante preguntas que se preparó para ser aplicadas a muchas personas, el objetivo de la encuesta fue investigar el criterio del personal técnico sobre la importancia de la implementación de un coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200 para optimizar el proceso de mantenimiento, los encuestados dieron a conocer su criterio el cual nos dice que se necesita optimizar el proceso de mantenimiento ahorrando recursos a la compañía como tiempo en la culminación de trabajos, ahorro en la mano de obra para realizar algunos trabajos, creación de un equipo transportador para el APU para evitar riesgos laborales del personal, fomentar un ambiente laboral seguro y se procedió a recopilar ésta información muy valiosa que sirvió para confirmar algunos de los objetivos planteados en el presente trabajo investigativo.

Para constatar los objetivos planteados en el trabajo de investigación, se realizó encuestas a 39 técnicos de mantenimiento de la compañía AEROGAL así como también a 2 supervisores y 2 inspectores, cuyo criterio se presenta a continuación.

3.4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Los datos que se presentarán a continuación son de una fuente primaria ya que dicha información fue recopilada en el lugar mismo en donde se produce el problema, es decir, se la obtuvo en la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL aplicando las técnicas de la observación y encuesta al personal

técnico, ya que éste se encuentra relacionado directamente con el desarrollo del presente trabajo investigativo.

Se realizó una observación de campo, de esta manera se obtuvo una idea clara de todos los aspectos más relevantes que intervienen en el proceso de mantenimiento de la sección.

3.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

El procesamiento de la información para el tipo de investigación que se va a realizar, incluye los siguientes pasos:

- ❖ **Codificación:** asignar un código, sea, letra o número a los ítems de las respuestas. Se realizó ocho preguntas referentes al proceso de mantenimiento que se realiza en el APU de los aviones Boeing 737-200, éstas fueron preguntas cerradas con opción para contestar si o no.
- ❖ **Tabulación:** es necesario ordenar los datos en filas y columnas en un formato de cuadro o matriz, que se compone de título. Columna, encabezado, cuerpo, fuente, y notas al pie de página. Esto permitió ver la frecuencia de las respuestas para realizar de mejor manera el análisis e interpretación de las mismas.
- ❖ **Graficación:** se puede graficar en histogramas, pastel. etc. En este caso se lo hizo mediante barras para mostrar de manera clara las respuestas del personal técnico de mantenimiento encuestado, éstas muestran la frecuencia y porcentaje.
- ❖ **Análisis e interpretación:** es dar un criterio sobre los datos obtenidos y relacionarlos con el problema a investigar. Aquí se pudo evidenciar que el personal técnico está de acuerdo con la optimización del proceso de mantenimiento y que para ello sería de gran ayuda la implementación de un equipo de apoyo en tierra que ayude a cumplir las tareas necesarias de mantenimiento.

La encuesta estuvo estructurada de preguntas cerradas ya que éstas darán a conocer de manera clara y concisa el criterio del personal técnico de mantenimiento de la compañía sobre el desarrollo del presente trabajo.

OBSERVACIÓN

Aspectos a ser tomados en cuenta para la observación.

- Trabaja el personal de mantenimiento siguiendo las órdenes técnicas:
- Ocupa el personal técnico los respectivos equipos de protección personal:
- Cumple la sección de mantenimiento con las regulaciones de la DGAC.:
- Utilizan los respectivos equipos de apoyo en tierra que indica el manual de mantenimiento:
- Cuenta el personal con las herramientas necesarias para realizar su labor:

Análisis.

El trabajo de mantenimiento de los aviones boeing 737-200 que lo realiza el personal técnico de la compañía lo hace de manera segura siguiendo los procedimientos del Manual General de Mantenimiento (MGM), Manual de Mantenimiento del Avión (AMM) y cumpliendo con las regulaciones aeronáuticas de la DGAC en especial la parte 43 en lo que se refiere a mantenimiento.

Al momento que realizan trabajos de mantenimiento en el APU del avión y este componente es removido para ser transportado utilizan coches que no son muy adecuados para cumplir con esta actividad y además el personal técnico estaba expuesto al riesgo de accidentes laborales.

También se observó que ésta actividad lo realizaban de manera un tanto incómoda para los técnicos ya que el APU no estaba a una altura adecuada y no se encontraba fijo en el coche.

Interpretación.

En el tiempo que se realizó la observación se pudo dar cuenta que se podría optimizar el proceso de mantenimiento con la implementación de algunos equipos de apoyo en tierra, entre ellos uno para el transporte del APU de los aviones Boeing 737-200.

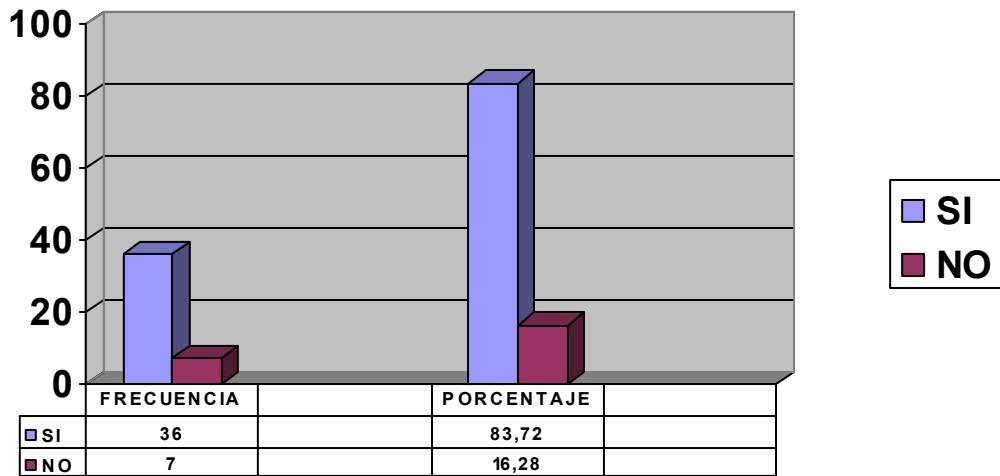
ENCUESTA.

Análisis por pregunta de la encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL.

Tabla N° 3.1: Análisis de resultados.

| Pregunta N° 1 | | |
|--|-------------------|-------------------|
| ¿Conoce usted las características, dimensiones y peso del APU de los aviones Boeing 737-200? | | |
| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 36 | 83,72 |
| NO | 7 | 16,28 |
| TOTAL | 43 | 100 |
| Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008. | | |
| Elaboración: Émerson Galindo | | |

Pregunta N°1 ¿Conoce usted las características, dimensiones y peso del APU de los aviones Boeing 737-200?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

Análisis: El 83,72% de los técnicos sí conocen las características, dimensiones y peso del APU debido a la experiencia laboral y cursos realizados.

Interpretación: Esta información permite concluir que la mayoría del personal sí conoce el APU y sus características generales.

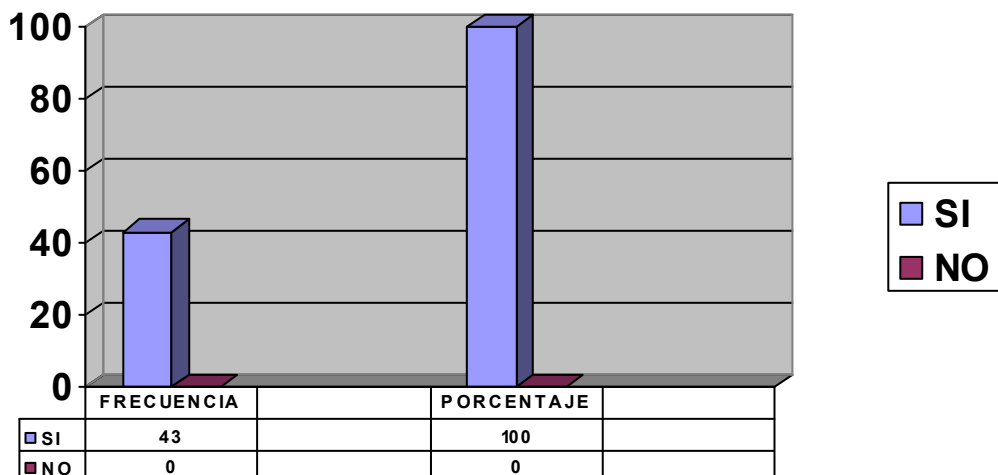
Tabla N° 3.2: Análisis de resultados.

| Pregunta N° 2 | | |
|---|-------------------|-------------------|
| ¿A realizado usted trabajos de mantenimiento en el APU de los aviones Boeing 737-200? | | |
| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 43 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| TOTAL | 43 | 100 |

Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008.

Elaboración: Émerson Galindo

Pregunta N°2 ¿A realizado usted trabajos de mantenimiento en el APU del los aviones Boeing 737-200?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

Análisis: El 100% de los técnicos si han realizados trabajos de mantenimiento en el APU de los aviones Boeing 737-200.

Interpretación: Esto nos permite concluir que los técnicos de la compañía están familiarizados con este componente y con los trabajos que se realizan en el mismo.

Tabla N° 3.3: Análisis de resultados.

Pregunta N° 3

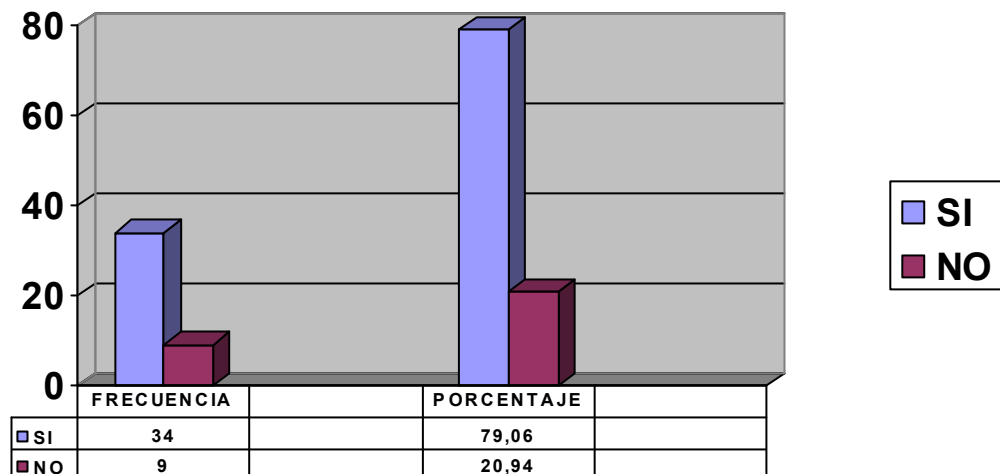
¿Conoce usted el procedimiento de remoción/instalación del APU de los aviones Boeing 737-200?

| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
|--------------|------------|------------|
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 34 | 79,06 |
| NO | 9 | 20,94 |
| TOTAL | 16 | 100 |

Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008.

Elaboración: Émerson Galindo

Pregunta N°3 ¿Conoce usted el procedimiento de remoción/instalación del APU de los aviones Boeing 737-200?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

Análisis: Solamente un 20,94 de los técnicos encuestados no conocen el procedimiento de remoción/instalación del APU.

Interpretación: Esto da a conocer que la mayoría del personal conoce el procedimiento a seguir para remover e instalar el APU que indica en manual de mantenimiento.

Tabla N° 3.4: Análisis de resultados.

Pregunta N° 4

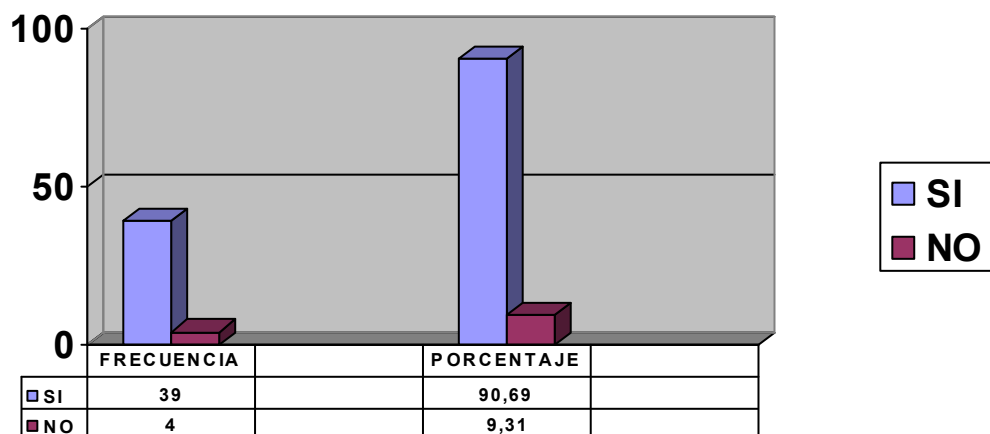
¿Ha tenido dificultades al momento de trasladar el APU desde el desmontaje del avión para realizar trabajos de mantenimiento?

| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
|--------------|------------|------------|
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 39 | 90,69 |
| NO | 4 | 9,31 |
| TOTAL | 43 | 100 |

Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008.

Elaboración: Émerson Galindo

Pregunta N°4 ¿Ha tenido dificultades al momento de trasladar el APU desde el desmontaje del avión para realizar trabajos de mantenimiento?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

Análisis: El 90,69% manifiesta que si ha tenido algún tipo de dificultad al momento de trasladar el APU para realizar trabajos de mantenimiento.

Interpretación: Esto nos permite entender que existe algún problema que dificulta la tarea de trasladar el APU, lo que generaría pérdida de tiempo a momento de realizar esta tarea.

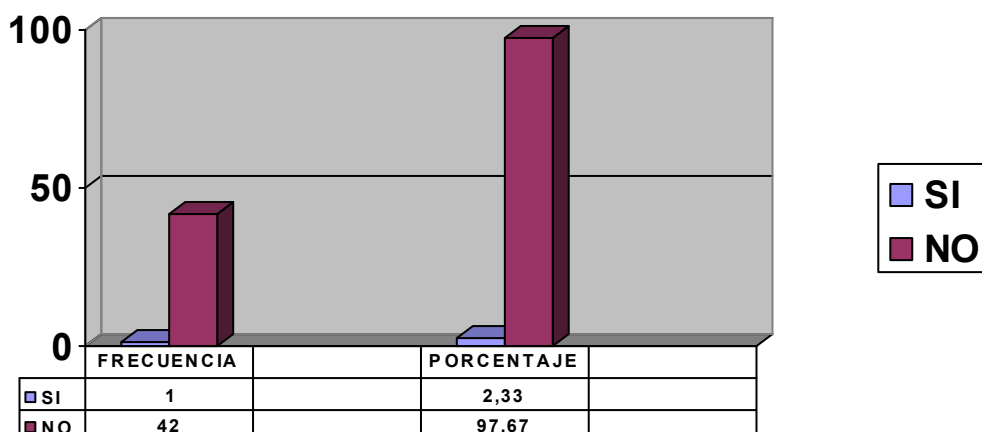
Tabla N° 3.5: Análisis de resultados.

| Pregunta N° 5 | | |
|---|-------------------|-------------------|
| ¿Cree usted que los soportes con los que actualmente se trabaja son los adecuados para el transporte del APU? | | |
| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 1 | 2,33 |
| NO | 42 | 97,67 |
| TOTAL | 43 | 100 |

Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008.

Elaboración: Émerson Galindo

Pregunta N°5 ¿Cree usted que los soportes con los que actualmente se trabaja son los adecuados para el transporte del APU?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía
AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

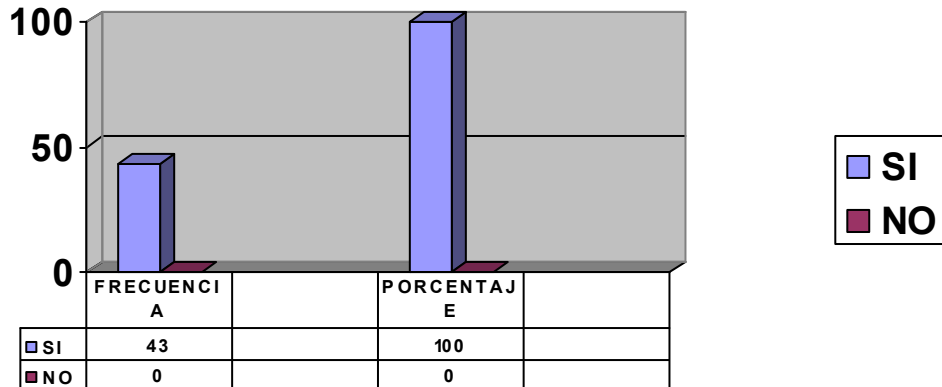
Análisis: El 97,67% del personal técnico considera que los soportes que actualmente posee la compañía no son los adecuados para el transporte del APU.

Interpretación: Esto quiere decir el personal de mantenimiento piensa que al momento que se traslada el APU se lo hace de manera insegura corriendo el riesgo de sufrir accidentes laborales.

Tabla N° 3.6: Análisis de resultados.

| Pregunta N° 6 | | |
|--|-------------------|-------------------|
| ¿Piensa usted que con la implementación de un equipo de apoyo en tierra para transporte del APU se optimizará el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200? | | |
| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 43 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| TOTAL | 43 | 100 |
| Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008. | | |
| Elaboración: Émerson Galindo | | |

Pregunta N°6 ¿Piensa usted que con la implementación de un equipo de apoyo en tierra para transporte del APU se optimizará el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

Análisis: El 100% del personal técnico considera que al implementar un equipo de apoyo en tierra para el transporte del APU se optimizará el proceso de mantenimiento de los aviones boeing 737-200.

Interpretación: Todo el personal encuestado está de acuerdo que con la implementación de este soporte se ahorrará tiempo y facilitará la realización de trabajos de mantenimiento en el APU, optimizando dicho proceso.

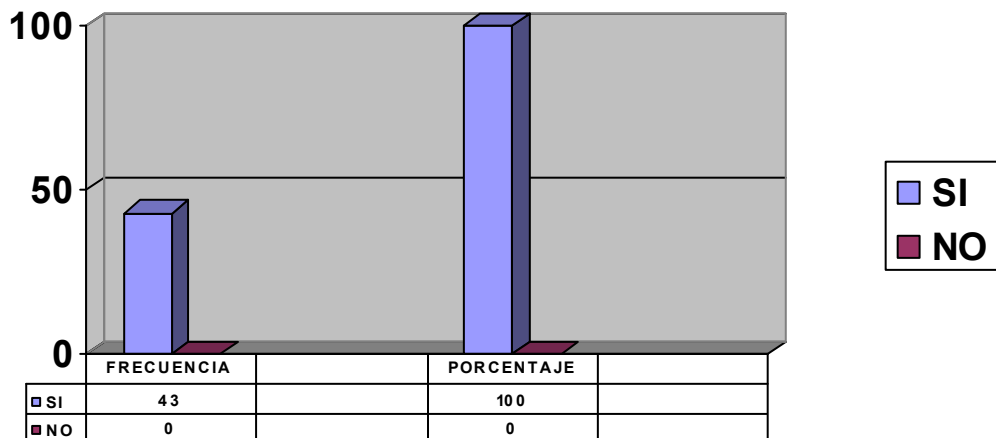
Tabla N° 3.7: Análisis de resultados.

| Pregunta N° 7 | | |
|--|-------------------|-------------------|
| ¿Considera usted que se evitará el riesgo de accidentes laborales con la implementación del equipo mencionado anteriormente? | | |
| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 43 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| TOTAL | 43 | 100 |

Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008.

Elaboración: Émerson Galindo

Pregunta N°7 ¿Piensa usted que se evitará el riesgo de accidentes laborales con la implementación del equipo mencionado anteriormente?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

Análisis: El 100% del personal técnico está de acuerdo que se evitará el riesgo de accidentes laborales al implementar un equipo de apoyo en tierra para el transporte del APU.

Interpretación: Todo el personal técnico manifiesta que con la implementación de este soporte se creará un ambiente laboral seguro para el personal y para el componente que se va a dar mantenimiento.

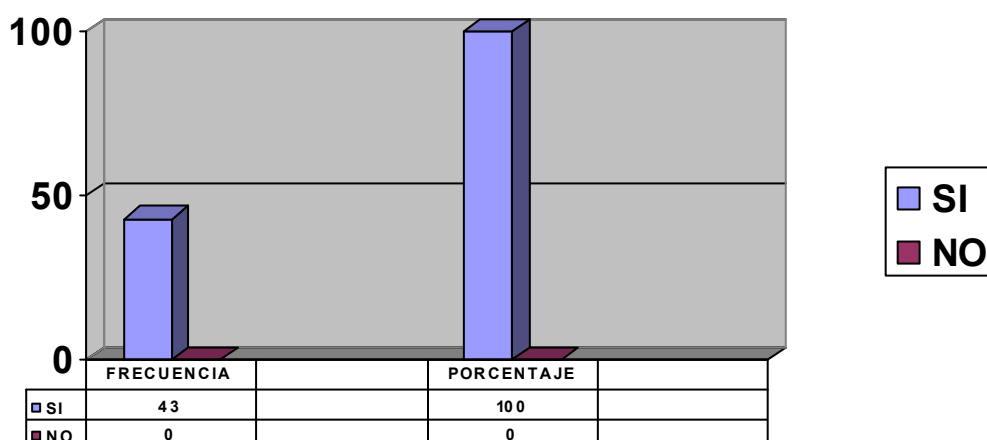
Tabla N° 3.8: Análisis de resultados.

Pregunta N° 8

¿Cree usted que al implementar éste equipo le facilitará realizar los respectivos

| trabajos de mantenimiento del APU? | | |
|--|------------|------------|
| RESPUESTAS | RESULTADOS | |
| | FRECUENCIA | PORCENTAJE |
| SI | 43 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| TOTAL | 43 | 100 |
| Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL, Quito 27 de junio del 2008. | | |
| Elaboración: Émerson Galindo | | |

Pregunta N°8 ¿Cree usted que al implementar éste equipo le facilitará realizar los respectivos trabajos de mantenimiento del APU?



Fuente: Encuesta al personal técnico de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Elaboración: Émerson Galindo

Análisis: El 100% del personal técnico manifiesta que sí le facilitaría realizar los trabajos de mantenimiento al contar con un equipo de apoyo en tierra para el transporte del APU.

Interpretación: Todo el personal técnico considera que al contar con un soporte adecuado para el APU le facilitará los trabajos de mantenimiento porque podrán trabajar de manera segura, cómoda, y de fácil acceso a los distintos accesorios que cuenta el APU.

3.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6.1 Conclusiones:

- Con la investigación antes realizada, se puede evidenciar que existen ciertos factores que no parecen demasiados importantes pero que si influyen negativamente en el proceso de mantenimiento.
- Mediante la información recopilada, se pudo dar cuenta que la compañía AEROGAL necesita optimizar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200.
- A través de la información técnica obtenida de libros y manuales, se puede concluir que es factible la implementación de un equipo de apoyo en tierra para el APU de los aviones Boeing 737-200.
- Con la aplicación de las técnicas de la investigación, facilitó conocer el criterio del personal técnico de mantenimiento y saber que están de acuerdo con la implementación de un equipo de apoyo en tierra para el transporte del APU de los aviones Boeing 737-200.
- Es evidente que si el personal técnico cuenta con las suficientes herramientas y equipos desarrollará un trabajo de mantenimiento eficiente, ahorrando a la compañía recursos materiales y mano de obra.

3.6.2 Recomendaciones:

- Por la investigación realizada, se recomienda que para ayudar en la optimización del proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200, debe existir mayor espacio físico en el cual se cree secciones para realizar trabajos específicos para el mantenimiento.

- Se debe tener en consideración reorganizar o crear un manual de procedimientos para el personal de mantenimiento que trabaja en la bodega de abastecimiento para agilizar los distintos trabajos.
- A través de la información obtenida para el desarrollo del presente trabajo investigativo, y mediante el resultado de las técnicas de investigación aplicadas, el grupo investigador recomienda la implementación de un equipo de apoyo en tierra para el transporte del APU de los aviones Boeing 737-200 ya que la sección de mantenimiento carece del mismo.
- También se recomienda dotar y tener disponible de suficiente material de protección personal para los técnicos de mantenimiento, ya que se logrará de esta manera tener un ambiente laboral seguro y eficiente que cumpla con las normas de seguridad industrial de la compañía.

CAPÍTULO IV

FACTIBILIDAD.

4.1 TEMA.

“Construcción de un coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200 para la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL.”

4.2 FACTIBILIDAD TÉCNICA

La construcción de un coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200 es viable ya que se cuenta con información técnica del Manual de Mantenimiento (AMM) del avión Boeing 737-200, el Catálogo Ilustrado de Partes (IPC), igualmente está al alcance los materiales, equipos y herramientas necesarias para la construcción.

4.3 FACTIBILIDAD LEGAL.

“43.3 Personas autorizadas a realizar mantenimiento, mantenimiento preventivo, reconstrucción y alteraciones.

f) El titular de un certificado de operador de transporte aéreo emitido bajo la Parte 121 ó 135 puede realizar mantenimiento, mantenimiento preventivo, y alteraciones según lo provisto en la parte 121 ó 135.

145. 109 REQUERIMIENTOS DE EQUIPOS, MATERIALES Y DATOS.

a) A menos que la DGAC prescriba lo contrario, una estación reparación certificada tiene que tener el equipo, herramienta y material necesario para realizar el mantenimiento, mantenimiento preventivo o alteraciones de

acuerdo a su certificado de estación de reparación y especificaciones operacionales y de conformidad con la Parte 43. Los equipos, herramientas y materiales tienen que estar localizados en las instalaciones y servicios y bajo el control de la estación de reparación cuando se está realizando el trabajo.”⁷

4.4 FACTIBILIDAD DE APOYO.

Para el desarrollo del presente proyecto y la implementación de un coche transportador se cuenta con la ayuda del Departamento de Ingeniería de AEROGAL que proporciona la información técnica para el desarrollo del presente proyecto y también se tiene el criterio del personal técnico de mantenimiento de la compañía ya que cuentan con amplia experiencia en el mantenimiento de los aviones Boeing 737-200.

De igual manera para la construcción del coche transportador se lo realizó en un taller de mecánica industrial con la ayuda del Sr. Ing. Neptalí Martínez.

4.5 RECURSOS.

4.5.1 Recurso humano.

Para el desarrollo del presente trabajo investigativo se necesitó del siguiente talento humano:

Tabla N° 4.1: Recurso humano.

| Numero | Recursos Humanos | Designación |
|---------------|-------------------------------------|--------------------|
| 1 | A/C Galindo Gallegos Émerson Rubén. | Investigador |
| 2 | Sgos. Téc. Avc. Vallejo William. | Director |

⁷ Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.

Fuente: Consejo de carreras.

Elaboración: A/C Galindo Gallegos Émerson Rubén

4.5.2 Recurso material.

Tabla N° 4.2: Costo primario.

| MATERIALES | CANTIDAD | ESPECIFICACIONES | VALOR UNITARIO \$ | VALOR TOTAL \$ |
|---------------------------------|-----------------|---|----------------------------------|-------------------------------|
| Tubería estructural cuadrada | 2 unidades | 2"x2(mm) AISI 1045 | 23.50 | 47.00 |
| Tubería estructural rectangular | 1 unidad | 2"x1"x2(mm) AISI 1045 | 4.50 | 4.50 |
| Planchas de acero | 4 unidades | 100x125x6(mm) ST 37 | 29.80 | 119.20 |
| Plancha de Acero | 1 unidad | 150x150x8(mm) ST 37 | 18.50 | 18.50 |
| Eje macizo de acero | 2 unidades | Øint 38, Øext50(mm) AISI 1045 | 27.80 | 55.60 |
| Eje macizo de acero | 2 unidades | Ø 38(mm) | 27.80 | 55.60 |
| Varilla redonda | 1 unidad | 5/8"x50(mm) | 12.50 | 12.50 |
| Electrodos | 3 Kg | E 6011x1/8" E 6013x1/8" E 7018x1/8" | 21 | 21 |
| Garruchas | 4 unidades | 2 fijas y 2 móviles Carga 400Kg 4" | 18.50 | 74 |
| Pernos de acero | 16 unidades | Grado 8 3/8"x1" | 0.50 | 8.00 |
| Perno de acero | 1 unidad | Grado 8 3/4"x168(mm) | 5.20 | 5.20 |
| Torno | 3 horas | | 15.00c/h | 45.00 |
| Suelda eléctrica | 6 horas | | 15.00c/h | 90.00 |
| Suelda autógena | 2 horas | | 10.00c/h | 20.00 |
| Acabados | | Pintura, fondo, masilla, tiñer, otros. | 20.00 | 20.00 |

| | | | |
|-------------------------|--|--------|---------------|
| Mano de obra | | 153.90 | 153.90 |
| TOTAL GASTOS \$: | | | 750.00 |

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: A/C Galindo Gallegos Émerson Rubén

Tabla N° 4.3: Costos secundarios.

| MATERIALES | COSTO \$ |
|------------------------------------|-----------------|
| Pago aranceles Derecho de grado | 300.00 |
| Anillado | 15.00 |
| Copias | 7.00 |
| Empastado | 31.50 |
| Internet | 7.80 |
| Papelería y material de escritorio | 20.00 |
| Movilización y varios | 182.00 |
| Resma | 5.00 |
| TOTAL | 568.30 |

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: A/C Galindo Gallegos Émerson Rubén

Tabla N° 4.4: Costo total.

| COSTO TOTAL | |
|--------------------|------------------|
| Costos primarios | \$ 750 |
| Costos secundarios | \$ 568.30 |
| TOTAL | \$1318.30 |

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: A/C Galindo Gallegos Émerson Rubén

4.6 CRONOGRAMA

| TIEMPO | ABRIL 2008 semanas | | | | MAYO 2008 semanas | | | | JUNIO 2008 semanas | | | | JULIO 2008 semanas | | | | AGOSTO 2008 semanas | | | | SEPTIEMBRE 2008 semanas | | | | OCTUBRE 2008 semanas | | | |
|-------------------------------|-----------------------|---|---|---|----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|---------------------------|---|---|---|-------------------------------|---|---|---|----------------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| PRESENTACION DEL PROBLEMA | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBACION DEL PROBLEMA | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECOPIACION DE DATOS | | | | | x | x | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | | | |
| APROBACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | |
| DESARROLLO DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| INFORME AVANCE 50% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| TIEMPO ACTIVIDADES | NOVIEMBRE 2008 semanas | | | | DICIEMBRE 2008 semanas | | | | ENERO 2009 semanas | | | | FEBRERO 2009 semanas | | | | MARZO 2009 semanas | | | | ABRIL 2009 semanas | | | |
|---|------------------------------|---|---|---|------------------------------|---|---|---|--------------------------|---|---|---|----------------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| PRESENTACION DEL PROBLEMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBACION DEL PROBLEMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECOPIACION DE DATOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESARROLLO DEL PROYECTO | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME AVANCE 50% | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| PREDEFENSA DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | | | |
| ENTREGA DE EJEMPLARES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | |
| DESIGNACION DEL TRIBUNAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |
| ENTREGA DEL ORIGINAL CALIFICADO POR EL TRIBUNAL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DECLARACION DE ACTO PARA DEFENSA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEFENSA ORAL PARA EL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGA DE EJEMPLARES EMPASTADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| TIEMPO ACTIVIDADES | MAYO 2009 semanas | | | | JUNIO 2009 semanas | | | | JULIO 2009 semanas | | | | AGOSTO 2009 semanas | | | |
|---|----------------------|---|---|---|-----------------------|---|---|---|--------------------------|---|---|---|------------------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| PRESENTACION DEL PROBLEMA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBACION DEL PROBLEMA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RECOPIACION DE DATOS | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ELABORACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRESENTACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| APROBACION DEL ANTEPROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESARROLLO DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INFORME AVANCE 50% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PREDEFENSA DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGA DE EJEMPLARES | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESIGNACION DEL TRIBUNAL | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| ENTREGA DEL ORIGINAL CALIFICADO POR EL TRIBUNAL | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| DECLARACION DE ACTO PARA DEFENSA | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| DEFENSA ORAL PARA EL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | X | X | | |
| ENTREGA DE EJEMPLARES EMPASTADOS | | | | | | | | | | | | | | | | |

INVESTIGADOR

DIRECTOR

CAPÍTULO V

DESARROLLO FACTIBILIDAD

5.1 ANTECEDENTES.

El manual de mantenimiento del avión Boeing 737-200 indica que después de ser removido el APU del avión se lo debe colocar sobre un coche de transportación el cual en la actualidad la compañía no posee y dicho trabajo se lo efectúa en otros coches adaptados que se los ocupa para múltiples actividades, de igual manera al no contar con un coche destinado para el APU se corre el riesgo de accidentes laborales ya que no está sujeto rígidamente a un soporte que brinde facilidad para realizar las distintas tareas de mantenimiento para el personal.

5.2 JUSTIFICACIÓN

La sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL no posee en sus equipos con un coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200, por lo tanto el soporte y traslado que se realizan de éste componente no es completamente fiable, de esta manera se justifica la construcción de un coche para el soporte y transporte del APU que cumpla las normas dispuestas en los respectivos manuales de mantenimiento.

5.3 OBJETIVOS.

5.3.1 Objetivo general.

- Construir un coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200 para la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL.

5.3.2 Objetivos específicos.

- Determinar las características técnicas y físicas del APU de los aviones Boeing 737-200 para optimizar su mantenimiento en la compañía AEROGAL mediante información de libros y manuales.
- Recopilar información técnica necesaria para la construcción del coche transportador.
- Realizar los cálculos respectivos de fuerzas para selección del material adecuado para la construcción.
- Elaborar planos de construcción del coche transportador.
- Elaborar manuales de mantenimiento y operación del coche transportador.
- Realizar pruebas operacionales del coche transportador del APU.

5.4 ALCANCE.

La implementación de un coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200 busca mejorar el proceso de mantenimiento de AEROGAL favoreciendo directamente al personal técnico de la sección optimizando recursos de la compañía y aumentando la eficiencia en las distintas tareas que se realizan, además este trabajo servirá como guía para alumnos del ITSA u otras personas que se encuentren desarrollando su proyecto grado o cualquier otro relacionado con el presente trabajo.

5.5 MARCO TEÓRICO.

5.5.1 El Acero.

“Es el material estructural más usado para construcción de estructuras en el mundo. Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98 %), con contenidos de carbono menores del 1 % y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso, para mejorar su resistencia, y fósforo, azufre, sílice y vanadio para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Es un material usado para la construcción de estructuras, de gran resistencia, producido a partir

de materiales muy abundantes en la naturaleza. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión y el costo razonable.”⁸

Acero Estructural.

Se define como acero estructural al producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas, además presenta alta resistencia, homogeneidad en la calidad y fiabilidad de la misma, soldabilidad y ductabilidad.

Clasificación del Acero Estructural.

Según su forma entre las principales existen:

- **Perfiles Estructurales.**- son piezas de acero laminado y cuya forma puede ser en I, H, T, G, U, C, etc.
- **Barras.**- las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.

5.5.2 Soldadura.

“En ingeniería, procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas que se han de soldar.

La mayor parte de procesos de soldadura se pueden separar en dos categorías: soldadura por presión, que se realiza sin la aportación de otro material mediante la aplicación de la presión suficiente y normalmente ayudada con calor,

⁸ www.Hierro y acero.com.htm

y soldadura por fusión, realizada mediante la aplicación de calor a las superficies, que se funden en la zona de contacto, con o sin aportación de otro metal. En cuanto a la utilización de metal de aportación se distingue entre soldadura ordinaria y soldadura autógena. Esta última se realiza sin añadir ningún material. La soldadura ordinaria o de aleación se lleva a cabo añadiendo un metal de aportación que se funde y adhiere a las piezas base, por lo que realmente éstas no participan por fusión en la soldadura. Se distingue también entre soldadura blanda y soldadura dura, según sea la temperatura de fusión del metal de aportación empleado; la soldadura blanda utiliza metales de aportación cuyo punto de fusión es inferior a los 450 °C, y la dura metales con temperaturas superiores.

Gracias al desarrollo de nuevas técnicas durante la primera mitad del siglo XX, la soldadura sustituyó al atornillado y al remachado en la construcción de muchas estructuras, como puentes, edificios y barcos. Es una técnica fundamental en la industria del motor, en la aeroespacial, en la fabricación de maquinaria y en la de cualquier producto hecho con metales.

El tipo de soldadura más adecuado para unir dos piezas de metal depende de las propiedades físicas de los metales, de la utilización a la que está destinada la pieza y de las instalaciones disponibles. Los procesos de soldadura se clasifican según las fuentes de presión y calor utilizadas.

El procedimiento de soldadura por presión original es el de soldadura de fragua, practicado durante siglos por herreros y artesanos. Los metales se calientan en un horno y se unen a golpes de martillo. Esta técnica se utiliza cada vez menos en la industria moderna.

Soldadura de arco.

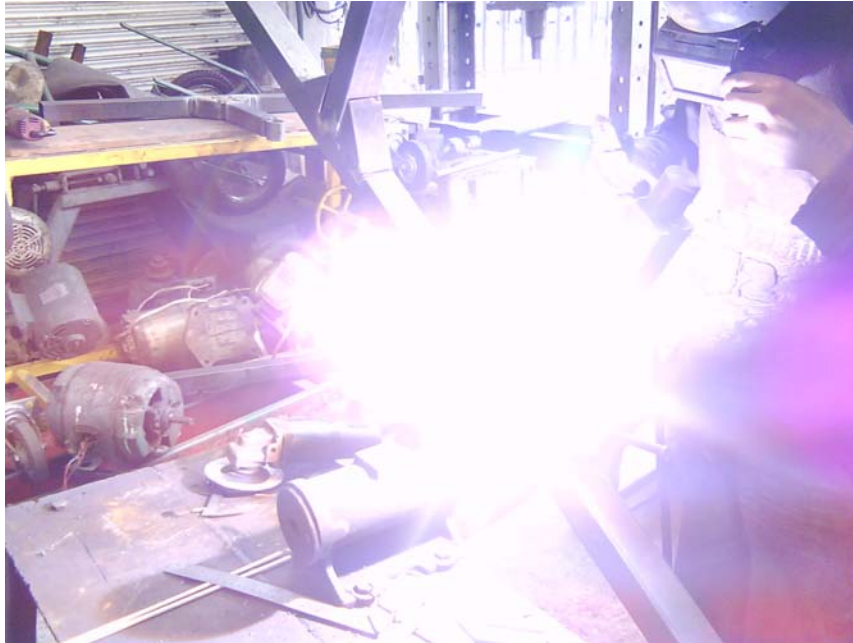


Figura N° 5.1: Soldadura por arco.

Los procedimientos de soldadura por arco son los más utilizados, sobre todo para soldar acero, y requieren el uso de corriente eléctrica. Esta corriente se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.

La soldadura por arco tiene ciertas ventajas con respecto a otros métodos. Es más rápida debido a la alta concentración de calor que se genera y por lo tanto produce menos distorsión en la unión. En algunos casos se utilizan electrodos fusibles, que son los metales de aportación, en forma de varillas recubiertas de fundente o desnudas; en otros casos se utiliza un electrodo refractario de wolframio y el metal de aportación se añade aparte. Los procedimientos más importantes de soldadura por arco son con electrodo recubierto, con protección gaseosa y con fundente en polvo.

Soldadura por arco con electrodo recubierto.

En este tipo de soldadura el electrodo metálico, que es conductor de electricidad, está recubierto de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borne de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. El intenso calor del arco funde las dos partes a unir y la punta del electrodo, que constituye el metal de aportación. Este procedimiento, desarrollado a principios del siglo XX, se utiliza sobre todo para soldar acero.”⁹

“Electrodos de varilla.

Para las soldaduras de unión de aceros no aleados o de baja aleación y calidades de acero fundido semejante se utilizan electrodos desnudos (hoy se utilizan electrodos relleno con un aditivo de materias minerales para estabilizar el arco voltaico) y electrodos revestidos.”¹⁰

“Los recubrimientos para electrodos sirven para diversos fines: 1) facilitar el establecimiento y conservación del arco; 2) proteger el metal fundido contra el aire; 3) actuar como fundente de los metales que se funden; 4) constituir una forma de introducir ingredientes de aleación que no estén en los alambres del núcleo.

La clasificación de los electrodos según la Specification for Mild Steel Covered Arc-welding Electrodes de la AWS está dividida en dos grupos: la serie

⁹ Microsoft ® Encarta ® 2007. © 1993-2006 Microsoft Corporation.

¹⁰ Tecnología de los Metales, Deutsche Gesellschaft, Edición Especial.

E60XX y la serie E70XX. En la designación de una clasificación, como E6010, la “E” significa electrodo, los dos primeros dígitos designan la resistencia mínima a la tracción en miles de lb/plg² del metal depositado, tal como quedó soldado; el tercer dígito indica la posición en la que se logra soldaduras satisfactorias con ese electrodo y el último dígito se refiere al tipo de recubrimiento del electrodo y al tipo de corriente con la que se debe usar. Las diferencias principales entre las series E60XX y E70XX son las propiedades mecánicas y la ausencia de requisitos químicos para la E60XX.

Los electrodos E6010 y E6011 son para las soldaduras en todas las posiciones. El E6010 se emplea con corriente continua y polaridad inversa; el E6011 está destinado para corriente alterna, pero se puede emplear con corriente continua y polaridad inversa aunque con menos ventajas.

Los electrodos E7018 son de hidrógeno con altos porcentajes de hierro en polvo en el recubrimiento. Utilizables con corriente alterna y con corriente continua como electrodo positivo. La operación se caracteriza por un arco suave, silencioso, muy bajo chisporroteo, baja penetración y altas velocidades lineales.”¹¹

5.6 PLANTEAMIENTO Y ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

5.6.1 Planteamientos de alternativas.

A continuación se presenta dos alternativas de construcción de coches transportadores del APU de los aviones Boeing 737-200

¹¹ Manual del Ingeniero Mecánico, Eungene A. Avallone, 9ª edición.

Alternativa N° 1

Transportation Dolly (Departamento ingeniería AEROGAL)

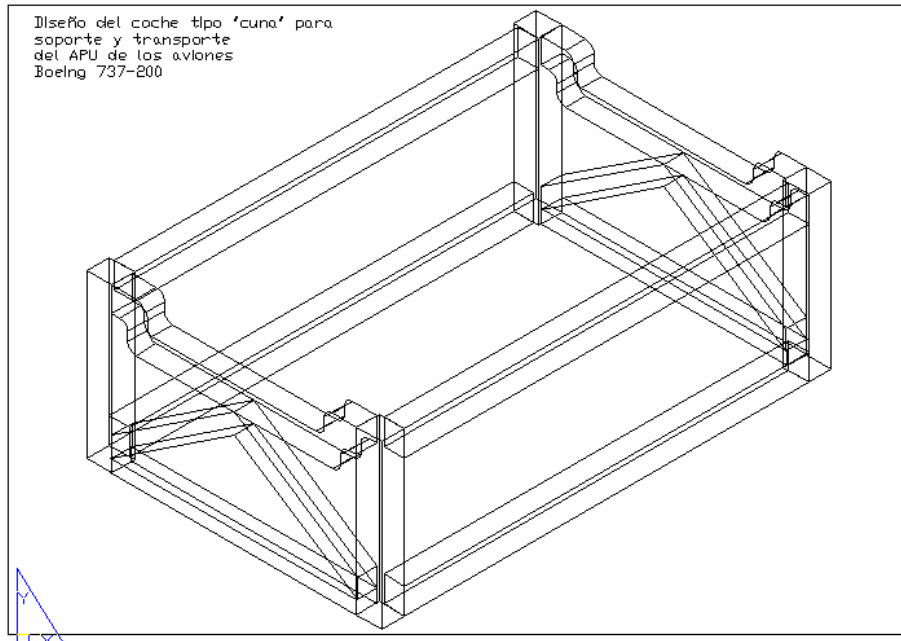


Figura N° 5.2: Transportation dolly APU.

Éste soporte es rectangular a manera de una “cuna” formada con tubos cuadrados de acero, cuenta con dos puntos de soporte y correas de seguridad para inmovilizar el APU, en la base están acopladas cuatro garruchas o ruedas dos de las cuales son móviles y en la parte anterior tiene una barra de tiro para movilizarlo.

Alternativa N° 2

Coche Transportador

Está formado por una base rectangular de tubos cuadrados en la cual están soldados tres columnas para acoplar en las abrazaderas de montaje del motor del APU, para la transportación posee ruedas, dos móviles en la parte delantera y una barra de tiro para moverlo.

5.6.2 Estudio de alternativas.

Para éste estudio se tomara en cuenta las condiciones técnicas del material y diseño para observar las ventajas y desventajas de las alternativas planteadas.

Alternativa N° 1

Tabla N° 5.1: Alternativa N° 1 Transportation Dolly.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Posee gran rigidez para soportar el peso del APU. ➤ Cuenta con correas de seguridad para inmovilizar el APU ➤ Permite tener acceso a los componentes del APU. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Es demasiado pesado. ➤ Sus dos puntos de soporte no aseguran el APU. ➤ Para la construcción se requiere mayor cantidad de material. ➤ El costo de construcción es mayor. |

Fuente: investigación de campo.

Elaborado por: A/C Émerson Galindo.

Alternativa N° 2.

Tabla N° 5.2: Alternativa N° 2 Coche transportador.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ El APU acopla perfectamente en las tres columnas. ➤ Su construcción es menos compleja. | <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las columnas no pueden ser muy altas para mantener la estabilidad de la estructura. |

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se tiene mejor acceso a los componentes del APU. ➤ Permite movilizar el APU con mayor facilidad. | |
|---|--|

Fuente: investigación de campo.

Elaborado por: A/C Émerson Galindo.

5.6.3 Parámetros de evaluación.

Con el fin de realizar una evaluación de las alternativas propuestas se tomará en cuenta las ventajas y desventajas y la propuesta de mayor puntaje será la seleccionada para la construcción.

Los parámetros seleccionados para la evaluación se dividen en los siguientes factores:

Factor Mecánico:

- Material.- considera el material más idóneo para la construcción del coche transportador.
- Operación.- es la facilidad para manipular el coche y que éste cumpla con el trabajo para el que fue construido.
- Construcción.- se refiere al proceso, técnicas y herramientas necesarias para elaborar la estructura y acabados.
- Mantenimiento.- son los procesos para alargar la vida útil del coche transportador y mantenerlo operable.
- Transporte.- es la pericia que tendrá el coche para ser movilizadado de un lugar a otro para el cumplimiento de su trabajo.

Factor Económico:

- Costo de fabricación.- este aspecto es uno de los más importantes ya que este busca la alternativa más factible para la construcción del coche.

Factor Complementario:

- Tamaño.- se refiere al espacio que ocupa el coche dentro del lugar de trabajo.

5.6.4 Matriz de evaluación y decisión

La asignación de los valores x dependerá de la importancia del parámetro y su valor de ponderación estará entre 0 y 1.

Tabla Nº 5.3: Matriz de evaluación y decisión.

| PARAMETRO DE EVALUACIÓN | F. POND X | ALTERNATIVAS | | | |
|-------------------------|-----------|--------------|------|---|------|
| | | 1 | 1xi | 2 | 2xi |
| ➤ Material. | 0.2 | 3 | 0.6 | 5 | 1.00 |
| ➤ Operación. | 0.15 | 4 | 0.6 | 5 | 0.75 |
| ➤ Construcción. | 0.2 | 2 | 0.4 | 4 | 0.4 |
| ➤ Mantenimiento. | 0.1 | 4 | 0.4 | 4 | 0.4 |
| ➤ Transporte. | 0.05 | 5 | 0.25 | 5 | 0.25 |
| ➤ Costo de fabricación. | 0.02 | 1 | 0.02 | 5 | 0.1 |
| ➤ Tamaño. | 0.05 | 3 | 0.15 | 5 | 0.25 |
| ➤ Costo mantenimiento | 0.05 | 3 | 0.15 | 3 | 0.15 |
| TOTAL | | | 2.57 | | 3.30 |

Fuente: investigación de campo.

Elaborado por: A/C Émerson Galindo.

5.6.5 Selección de la mejor alternativa.

Mediante el estudio técnico análisis y evaluación realizado de los parámetros, se concluye que la segunda alternativa es la más factible debido a su diseño, costo y pericia para desarrollar el trabajo de coche transportador del APU de los aviones Boeing 737-200.

5.7 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.

Los requerimientos técnicos del coche transportador son los siguientes:

- Soportar el peso del APU de los aviones Boeing 737-200
- Ofrecer seguridad al personal técnico al momento de trasladar el APU.

5.8 CÁLCULOS BÁSICOS.

5.8.1 Cálculos del coche.

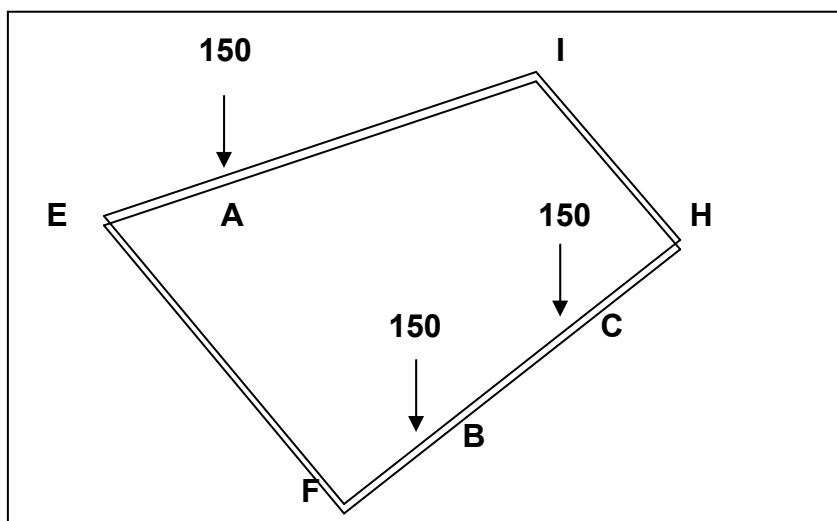


Figura N° 5.3: Distribución de fuerzas.

El larguero FH soporta mayor carga, para el cálculo se considera como viga apoyada en los puntos F y H.

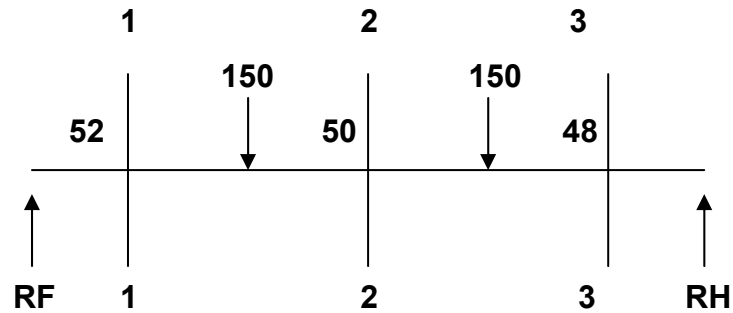


Figura N° 5.4: Diagrama de cortes.

$$\sum F_y = 0$$

$$RF + RH = 300lb$$

$$\sum MF = 0$$

$$RH * 150lb = 150lb(52 + 50)$$

$$RH = \frac{23100}{150} lb$$

$$RH = 154lb$$

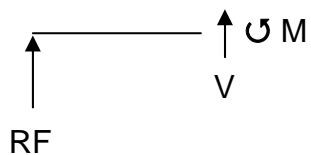
$$RF = 300lb - RH$$

$$RF = 300lb - 154lb$$

$$RF = 146lb$$

Fuerzas cortantes y momento flector.

Sección 1-1 ($0 \leq x \leq 0.52$)



$$\sum FV = 0$$

$$RF + V = 0$$

$$V = -RF$$

$$V = -146lb$$

$$\sum Mc = 0$$

$$M - RFx = 0$$

$$M = RFx$$

$$x = 0$$

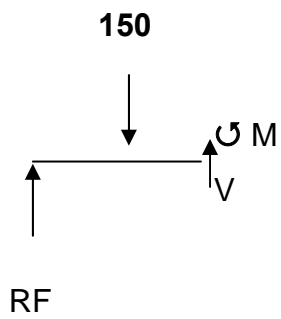
$$M = 0$$

$$x = 0.52$$

$$M = 146lb * 0.52m$$

$$M = 75.92lbm$$

Sección 2-2 ($0.52 \leq x \leq 1.02$)



$$\sum FV = 0$$

$$V + RF = 150lb$$

$$V = 150lb - RF$$

$$V = 150lb - 146lb$$

$$V = 4lb$$

$$\sum Mc = 0$$

$$M + 150lb(X - 0.52m) - RF * X = 0$$

$$M = RF * X - 150lb(X - 0.52m)$$

$$M = 146lb * X - 150lb(X - 0.52m)$$

$$X = 0.52m$$

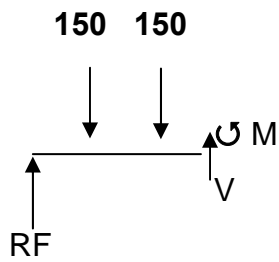
$$M = 75.92lbm$$

$$X = 1.02$$

$$M = 146lb * 1.02m - 150lb(1.02m - 0.52m)$$

$$M = 73.92lbm$$

Sección 3-3 (1.02 ≤ x ≤ 1.50)



$$\sum FV = 0$$

$$RF + V = 300lb$$

$$V = 300 - RF$$

$$V = 300lb - 146lb$$

$$V = 154lb$$

$$\sum Mc = 0$$

$$-146lbX + 150lb(X - 0.52m) + 150lb(X - 1.02m) + M = 0$$

$$M = -150lb(X - 0.52) - 150lb(X - 1.02) + 146lbX$$

$$X = 1.02m$$

$$M = 73.92lbm$$

$$X = 1.5$$

$$M = 0$$

Cálculo de reacciones.

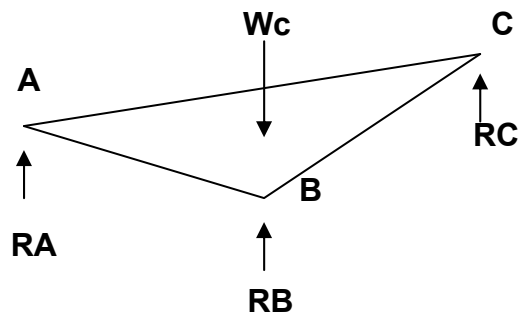


Figura N° 5.6: Diagrama de cargas.

$$W_C = W_{APU} * 1.38$$

1.38 → factor de seguridad

$$W_C = 326lb * 1.38$$

$$W_C = 450lb$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum F_z = 0$$

$$RA_z + RB_z + RC_z = 450lb$$

$$\sum MCG = 0$$

$$\overrightarrow{RGA} = -52.83\vec{i} - 16.67\vec{j}$$

$$\overrightarrow{RGB} = 26.41\vec{i} - 16.67\vec{j}$$

$$\overrightarrow{RGC} = 26.41\vec{i} + 33.33\vec{j}$$

$$\overrightarrow{RGA} * \overrightarrow{RA_z} + \overrightarrow{RGB} * \overrightarrow{RB_z} + \overrightarrow{RGC} * \overrightarrow{RC_z} = 0$$

$$(-52.83\vec{i} - 16.67\vec{j}) * \overrightarrow{RA_k} + (26.41\vec{i} - 16.67\vec{j}) * \overrightarrow{RB_k} + (26.41\vec{i} + 33.33\vec{j}) * \overrightarrow{RC_k} = 0$$

$$52.83RA\vec{j} - 16.67RA\vec{i} - 26.41RB\vec{j} - 16.67RB\vec{i} - 26.41\vec{i} + 33.33\vec{j}$$

$$(-16.67RA - 16.67RB + 33.33RC)\vec{i} + (52.83RA - 26.41RB - 26.41RC)\vec{j} = 0$$

$$\vec{i} = 0 \quad ; \quad \vec{j} = 0$$

$$-16.67RA - 16.67RB + 2RC = 0$$

$$52.83RA - 26.41RB - 26.41 = 0$$

$$-RA - RB + 2RC = 0$$

$$2RA - RB - RC = 0$$

$$1) \quad -RA - RB + 2RC = 0$$

$$2) \quad 2RA - RB - RC = 0$$

$$3) \quad RA + RB + RC = 450$$

$$2) + 3)$$

$$3RA = 450$$

$$RA = 150lb$$

$$1) + 3)$$

$$3RC = 450$$

$$RC = 150lb$$

$$RB = 2RA - RC$$

$$RC = 300 - 150$$

$$RC = 150lb$$

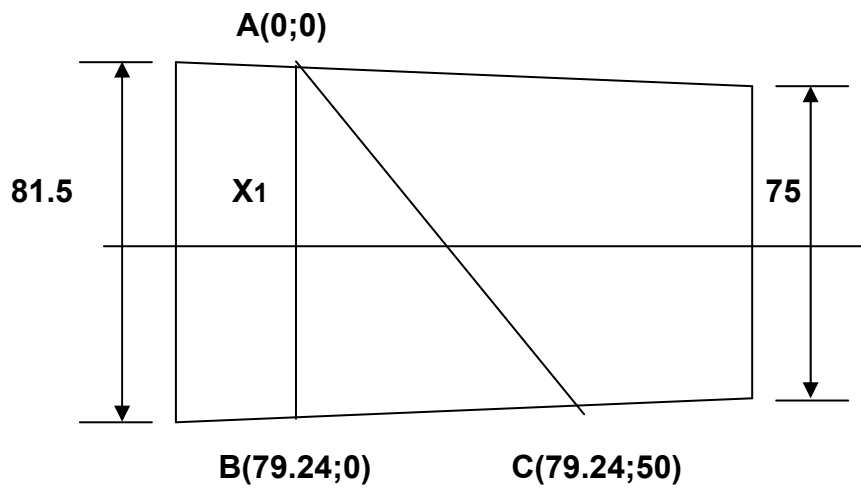
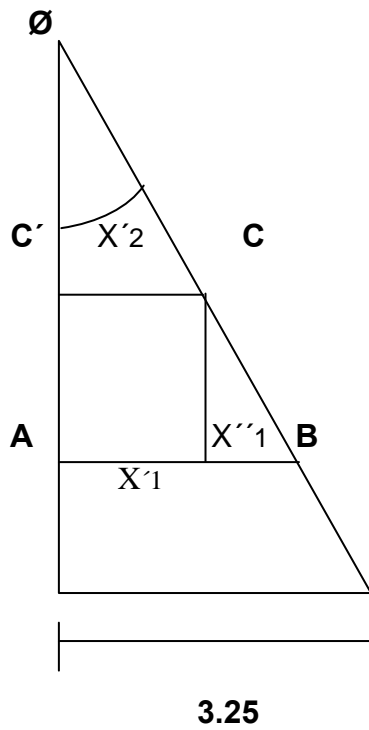


Figura Nº 5.7: Cálculo de reacciones.

$$X_1 = 2X'_1 + 75$$

$$X_1 = 79.24$$



$$\frac{3.25}{X''1} = \frac{150}{98}$$

$$X''1 = 2.12$$

$$\frac{3.25}{X'2} = \frac{150}{48}$$

$$X'2 = 1.04$$

$$X_1 = AB = 79.24$$

$$X_1'' = X_1' - X_2'$$

$$X_1'' = 2.12 - 1.04$$

$$X_1'' = 1.08$$

$$BC = \sqrt{(X_1'')^2 + (A'C')^2}$$

$$BC = \sqrt{1.08^2 + 50^2}$$

$$BC = 50.012$$

$$\phi = \text{tg}^{-1}\left(\frac{3.25}{150}\right)$$

$$\phi = 1.24^\circ$$

5.8.2 Centro de gravedad.

- **Centro de gravedad del coche transportador.**

Para determinar la forma geométrica del coche transportador se lo hizo realizando un estudio de las características técnicas del APU y se pudo obtener la figura que se muestra a continuación:

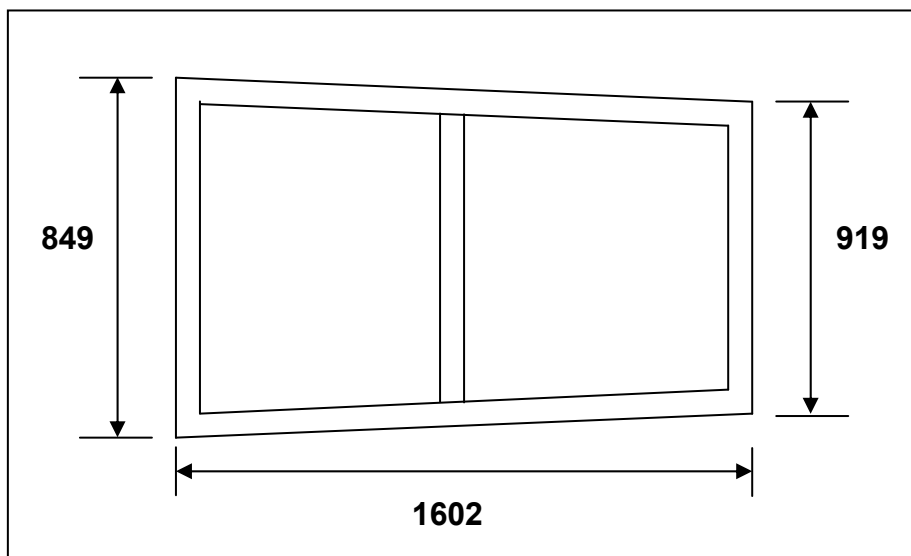
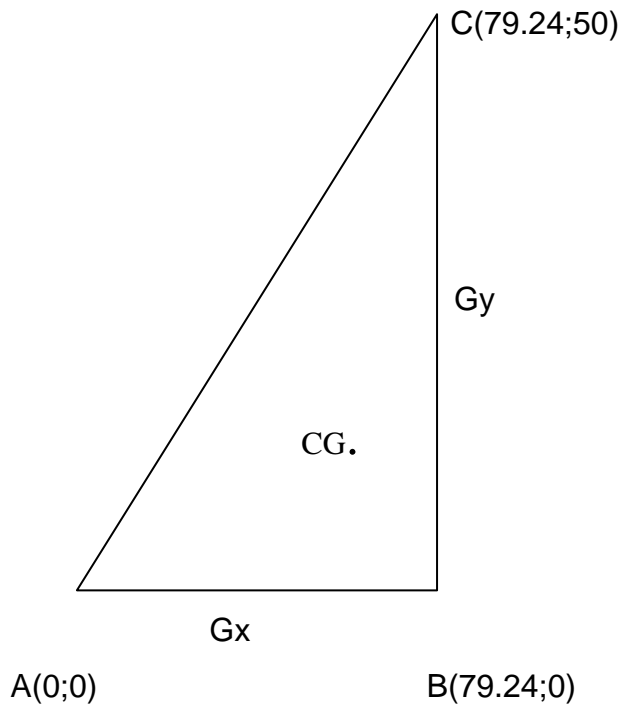


Figura N° 5.8: Dimensiones del coche transportador

Por las variaciones pequeñas, se considera el triángulo ABC rectángulo.



$$G_x = \frac{2}{3} \overline{AB}$$

$$G_x = 52.83$$

$$G_y = \frac{1}{3} \overline{BC}$$

$$G_y = 16.67$$

$$CG(52.83;16.67)$$

El centro de gravedad del coche está ubicada en la coordenada CG(52.83; 16.67).

Diagramas de fuerzas cortantes y momento flector.

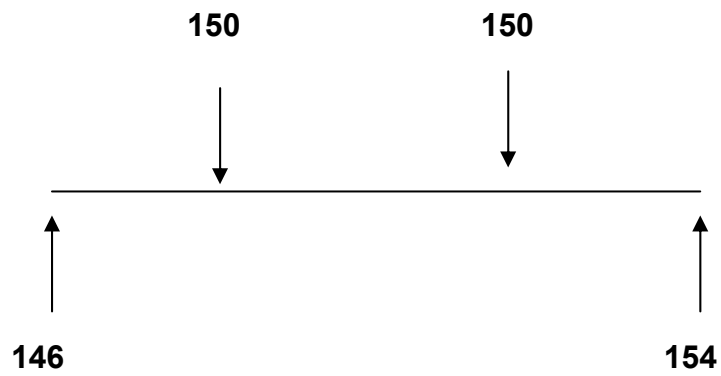


Figura N° 5.9: Diagrama de cargas.

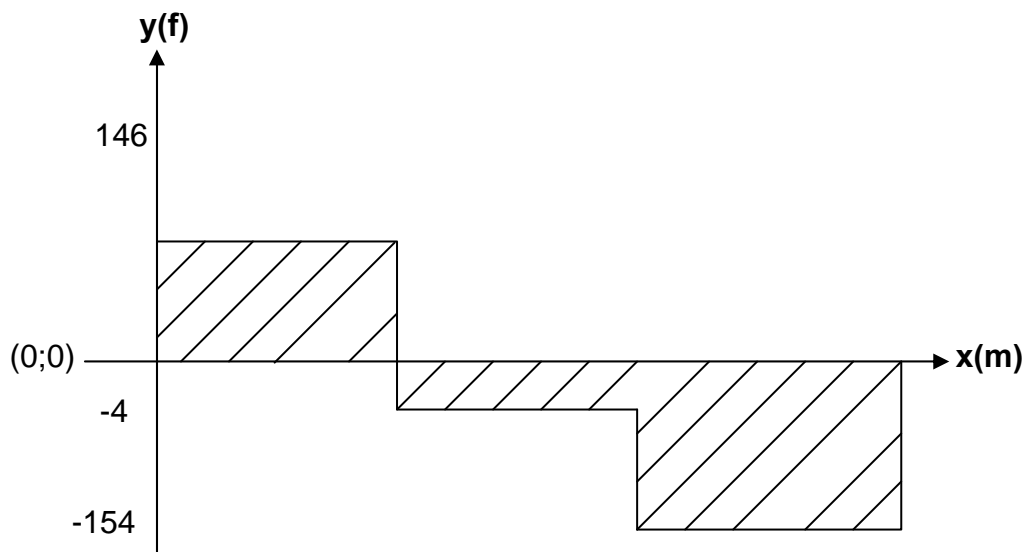


Figura N° 5.10: Diagrama de fuerzas cortantes.

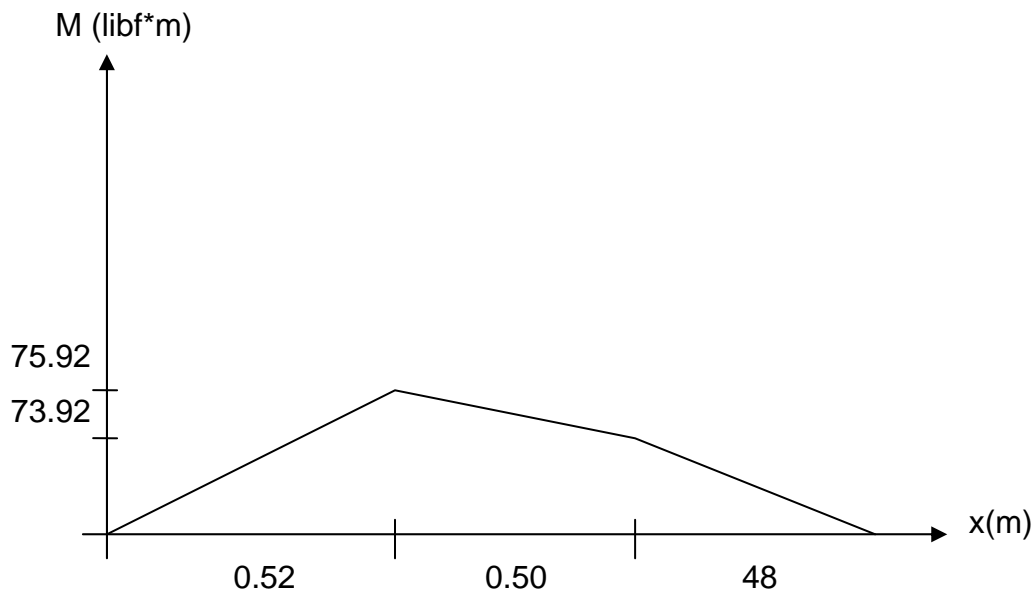
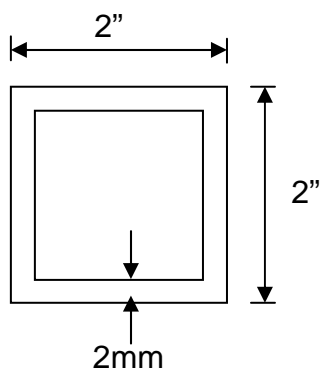


Figura N° 5.11: Diagrama de momento flector.

El momento flector máximo es de 75.92libf*m, seguido de esto se procede a verificar que resistencia del material sea el apto para cumplir con el trabajo del coche transportador.

Material: Tubo cuadrado de 2", con un espesor de 2mm.



Esfuerzo calculado:

$$\sigma_{cal} = \frac{Mf \text{ max}}{W}$$

Donde :

- σ_{cal} *esfuerzo calculado*
- $Mf \text{ max}$ *momento flector máximo*
- W *módulo resistente de la sección*
(ver tabla anexo B)

$$\sigma_{cal} = \frac{7592 \text{ lbfcm}}{5.65 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma_{cal} = 1343,71 \text{ lbf} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{cal} = 610,78 \text{ Kgf} / \text{cm}^2$$

El esfuerzo calculado que soporta el coche es de 610,78 Kgf/cm² o 1343,716 lbf/cm² el cual está dentro de los parámetros aceptables y justifica la selección de la tubería estructural cuadrada de 2" por 2mm de espesor.

5.9 CONSTRUCCIÓN.

En esta se considera el proceso de ensamble para la construcción del conche transportador así como también las distintas máquinas y herramientas para finalizar dicho proceso.

Para la construcción del coche fue necesario dividirlo por etapas para optimizar tiempo y recursos como se detalla a continuación:

5.9.1 Etapas de construcción.

- Estructura principal
- Columnas.
- Puntos de acople con el APU
- Ensamble de las columnas con los puntos de acople con el APU.
- Ensamble de la estructura principal con la barra de tiro y las ruedas.
- Pintado y acabado del coche.

Detalles de la construcción de las partes del coche transportador.

Elección del material.

El material fue elegido en tubería cuadrada ya que sus paredes y sus lados en su parte inferior y superior tienen el mismo espesor lo cual va a soportar mas carga a la que estará sometida la estructura por el APU que es de 328 libras aproximadamente.

En el caso contrario, en la tubería rectangular los esfuerzos cortantes en los lados vertical y horizontal no son iguales, si $T > T_1$ y $T_1 > T_2$, el esfuerzo cortante máximo ocurrirá en los lados verticales de la sección transversal en nuestro caso con la tubería cuadrada no ocurre dicho esfuerzo cortante.

Construcción de la base de la estructura principal.



Figura N° 5.12: Construcción de la base de estructura principal.

Para la construcción de la estructura se eligió tubería estructural cuadrada con norma de fabricación ASTM A500-03 acabado negro o galvanizado de 2 pulgadas con un espesor de 2mm.

El largo de la estructura es de 1500mm la cual fue utilizada en dos partes, para obtener esta medida se utilizó un flexómetro, una escuadra, un rayador y un marco de sierra.

En la parte superior de la estructura se colocó tres columnas para soporte del APU igualmente de tubería estructural cuadrada, en un costado de la estructura se puso dos columnas con un largo de 320mm y 265mm con una distancia entre ellas de 455mm, en el otro costado se puso una columnas de 330mm a una distancia de su extremo delantero de 495mm.

Para que las columnas de soporte de la estructura tengan mayor firmeza se cortó tubería cuadrada de 100mm de largo con ángulos de 45° las mismas que fueron soldadas a los costados de las tres vigas.



Figura Nº 5.13: Columnas de soporte de la estructura principal.

En la parte superior de cada columna se puso plancha cuadrada de 4mm y soldada con electrodo E6013 y tienen el propósito de servir de base para los bocines en los que están los pines de soporte.



Figura Nº 5.14: Proceso de soldadura de las columnas de soporte.

Para la construcción de los bocines se seleccionó material de acero al carbono para maquinaria AISI 1045 el mismo que presenta características técnicas requeridas para éste tipo de trabajo. Después de la selección del material se procedió a cortarlo de 53mm el mismo que después del corte se lo refrentó (proceso de trabajo que se lo realiza en el torno el cual consiste en igualar las caras del cilindro).

Después del refrentado se procedió a realizar el respectivo centrado con una broca de centros N° 5, seguidamente se hizo las perforaciones que van desde 12mm, 30mm y 35mm para darle el acabado de la medida requerida que fue de 37mm para el cilindro interno. También en los mismos bocines a la medida de 24mm se realizó una perforación de 4mm la misma que sirve para poner un pasador de sujeción de los pines de soporte, los cuales darán mayor seguridad en el manejo del coche transportador.

Pines guías.

Asimismo se seleccionó el mismo material un eje macizo de acero al carbono AISI 1045, para su proceso de trabajo se realizó un cilindrado externo para obtener la medida de 38mm para que calce en el bocín y con un largo de 45mm, aquí también se hizo un refrentado para obtener la medida antes mencionada.



Figura 5.15: Pines guías.

Ensamble de las columnas y soportes de las abrazaderas del APU.

Existen tres columnas formadas con tubería estructural cuadrada que están soldadas verticalmente a la estructura principal y sobre estas columnas se encuentran los soportes formados por bocines y pines donde acoplarán las abrazaderas del APU.

Después de este trabajo se procedió a acoplar la barra de tiro del coche en la parte delantera.

Base para las ruedas.

Para la construcción de las bases se utilizó plancha de acero ST 37 de 100x125x5(mm) , para darle su forma rectangular se necesitó cortarlas con suelda autógena y luego se realizó el encuadramiento respectivo, para este proceso se trabajo en la máquina –herramienta limadora o cepilladora, a continuación se procedió a perforar en los cuatro costados de las bases para las garruchas para ser posicionadas en las esquinas de la estructura, el posicionamiento se lo hizo con suelda y electrodos E6013.



Figura N° 5.16: Base de las ruedas.

Limpieza de la estructura (Desengrasado).

Toda tubería estructural adquirida trae como protección aceite SAE 10 el mismo que protege a la perfilería de la corrosión, por consecuencia es necesario que se limpie el material para poder proceder con los acabados finales, el desengrasante utilizado es que realiza la limpieza de la tubería dejándolo que actúe durante diez minutos para que se desprenda el aceite, también se utilizó gasolina lo que asegura la limpieza total. Luego se utilizó desoxidante y lija N° 10 para quitar el oxido respectivo.

Masillado.

En todas las sueldas efectuadas y para un acabado estructural se utiliza masilla epóxica la misma que sirve para cubrir algunas imperfección de la suelda, también sirve para dejarle en igual medida a la superficie expuesta, para cumplir con este trabajo fue necesario ocupar lija gruesa para desbastar el exceso de masilla y para darle un acabado pulido se utilizó lija fina.

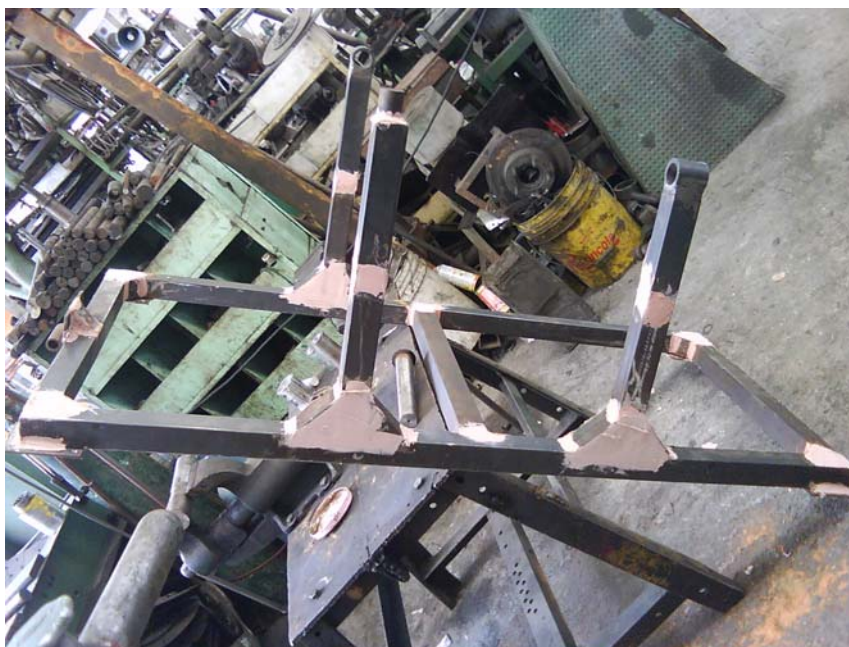


Figura N° 5.17: Masillado.

Pintado y acabado del coche.

Para el proceso de pintado se utilizó fondo anticorrosivo el mismo que sirve para proteger la estructura. El proceso de secado dura sesenta minutos, luego del secado se procede a lijar nuevamente la tubería para quitar el exceso de pintura, luego de esto se procede a pintar el material definitivamente con pintura anticorrosiva.



5.9.2 Herramientas, máquinas y equipos.

En la construcción del coche se utilizó las siguientes máquinas, herramientas y equipos:

Tabla N° 5.4: Datos técnicos de las máquinas, herramientas y equipos.

| MÁQUINA HERRAMIENTA | CARACTERÍSTICAS | CÓDIGO | | |
|------------------------|-----------------|--------|--------|--------|
| | | Herra. | Máqui. | Equip. |
| Suelda eléctrica | 110 V, 220 V | | M1 | |
| Suelda autógena | | | | |
| Taladro de pedestal | 115 W, 1725 rpm | | M2 | |

| | | | | |
|----------------|------------------------|----|----|----|
| Esmeril | 0.5HP (1/2 HP),1700rpm | | M3 | |
| Amoladora | 220 V, 1400 rpm | | | E1 |
| Compresor | 110 V | | | E2 |
| Limadora | | H1 | | |
| Arco de sierra | | H2 | | |
| Torno | | | M4 | |
| Rayador | | H3 | | |

Fuente: investigación de campo.

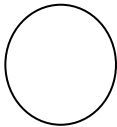
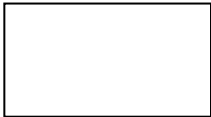

Elaborado por: A/C Émerson Galindo.

5.9.3 Proceso de construcción.

Simbología

A continuación se muestra los símbolos que se utilizarán en los diagramas para mostrar el proceso de construcción del coche transportador.

Tabla N° 5.5: Simbología.

| FIGURA | DETALLE |
|---|------------|
|  | Operación |
|  | Inspección |
|  | Ensamble |

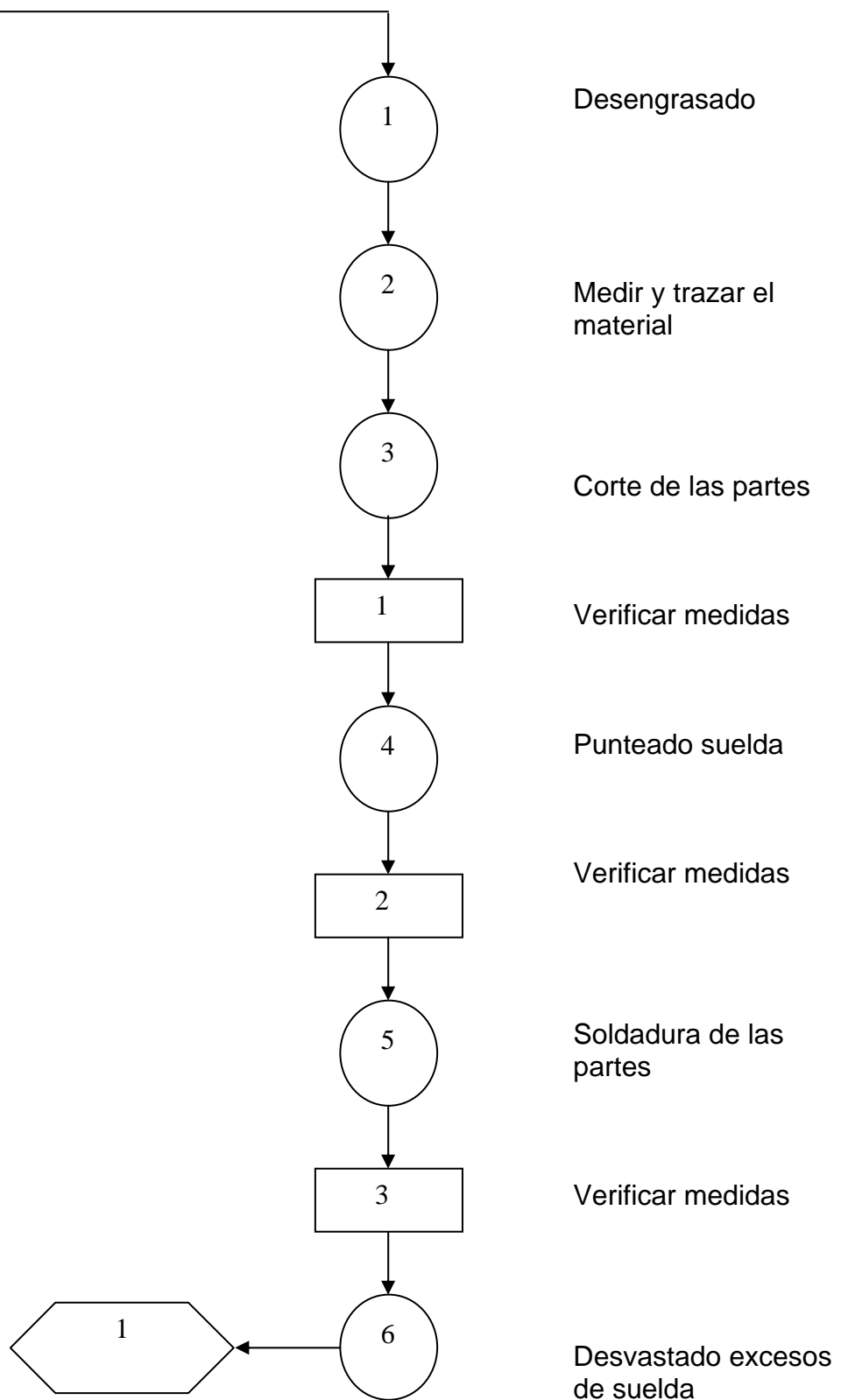
Fuente: investigación de campo.

Elaborado por: A/C Émerson Galindo.

Diagramas de procesos

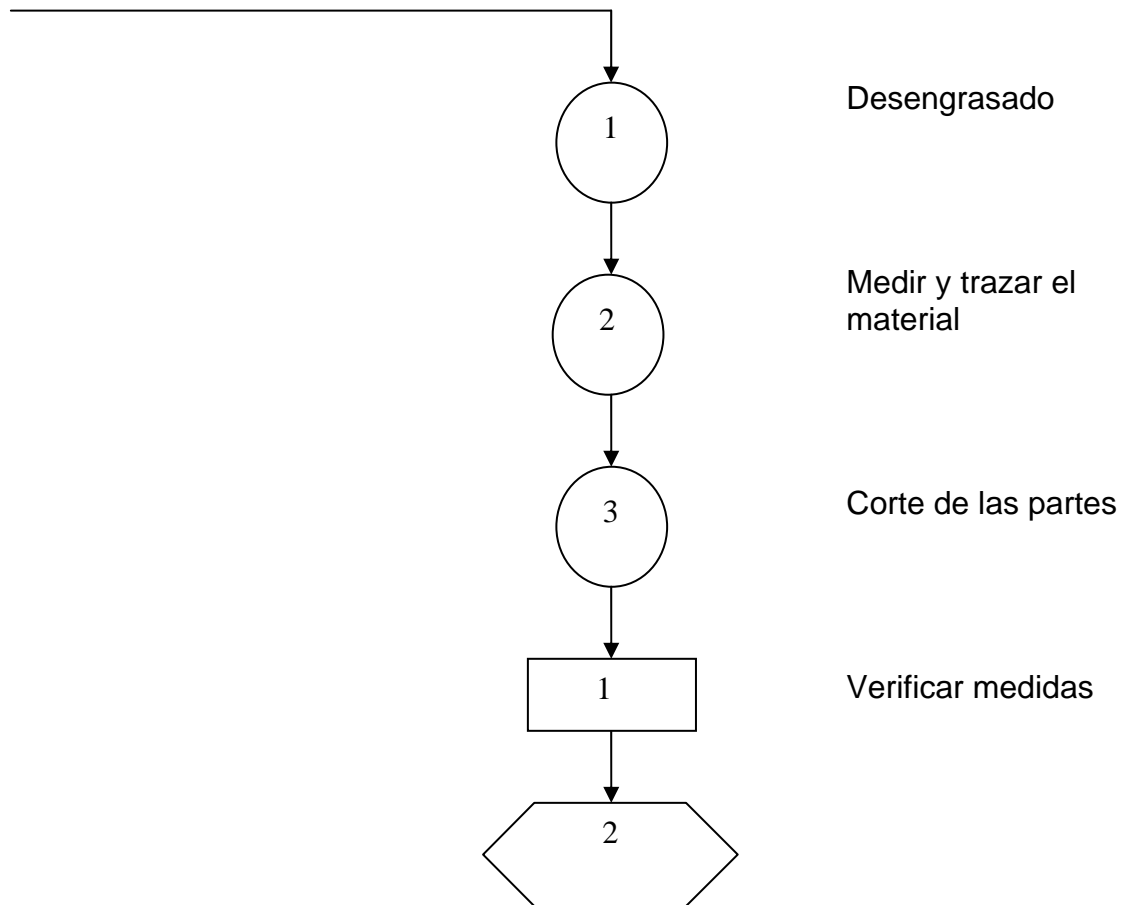
Estructura principal

Material: Tubería estructural cuadrada 2"x2mm.



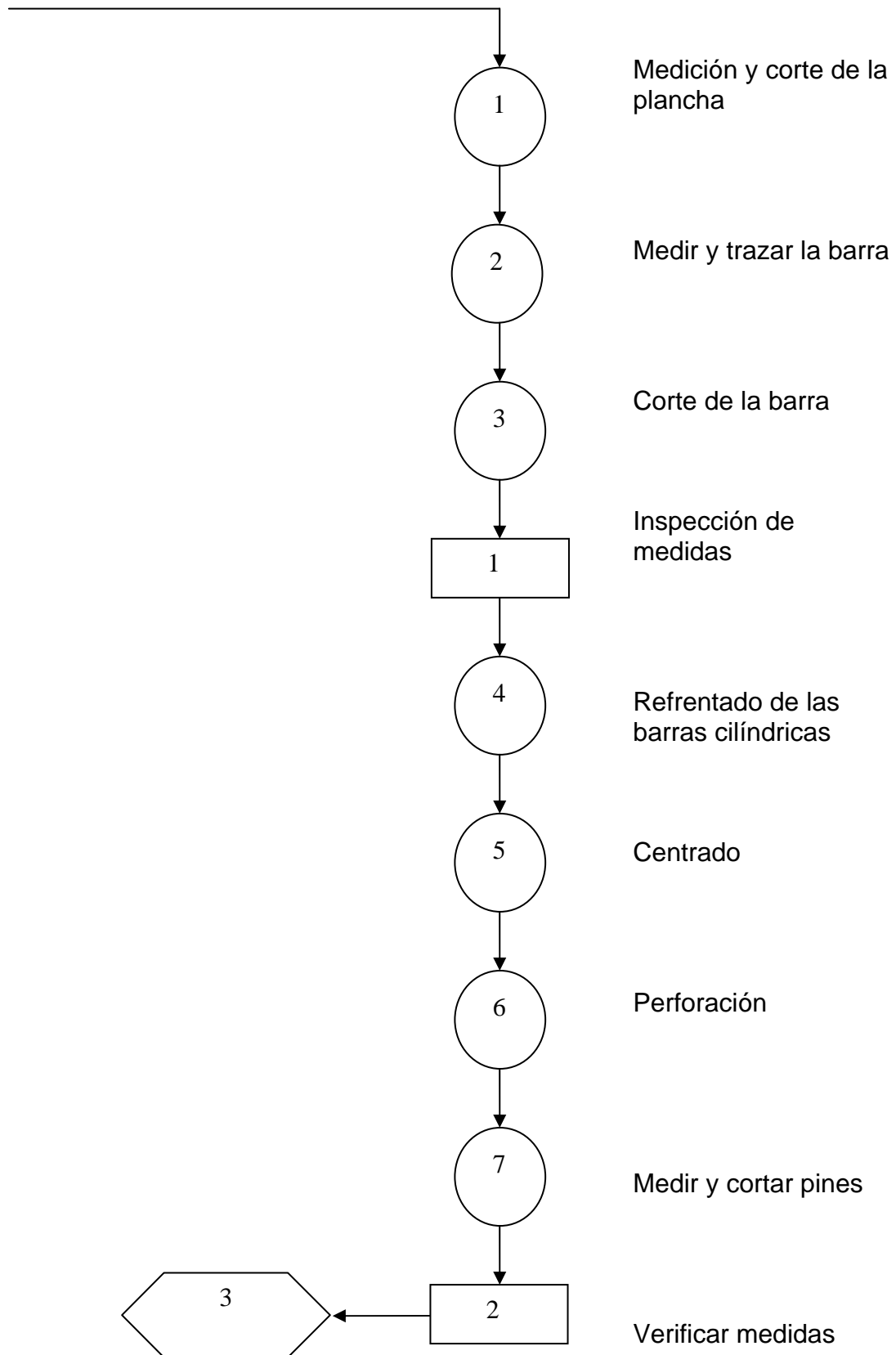
Columnas de soporte

Material: Tubería estructural cuadrada 2"x2mm.



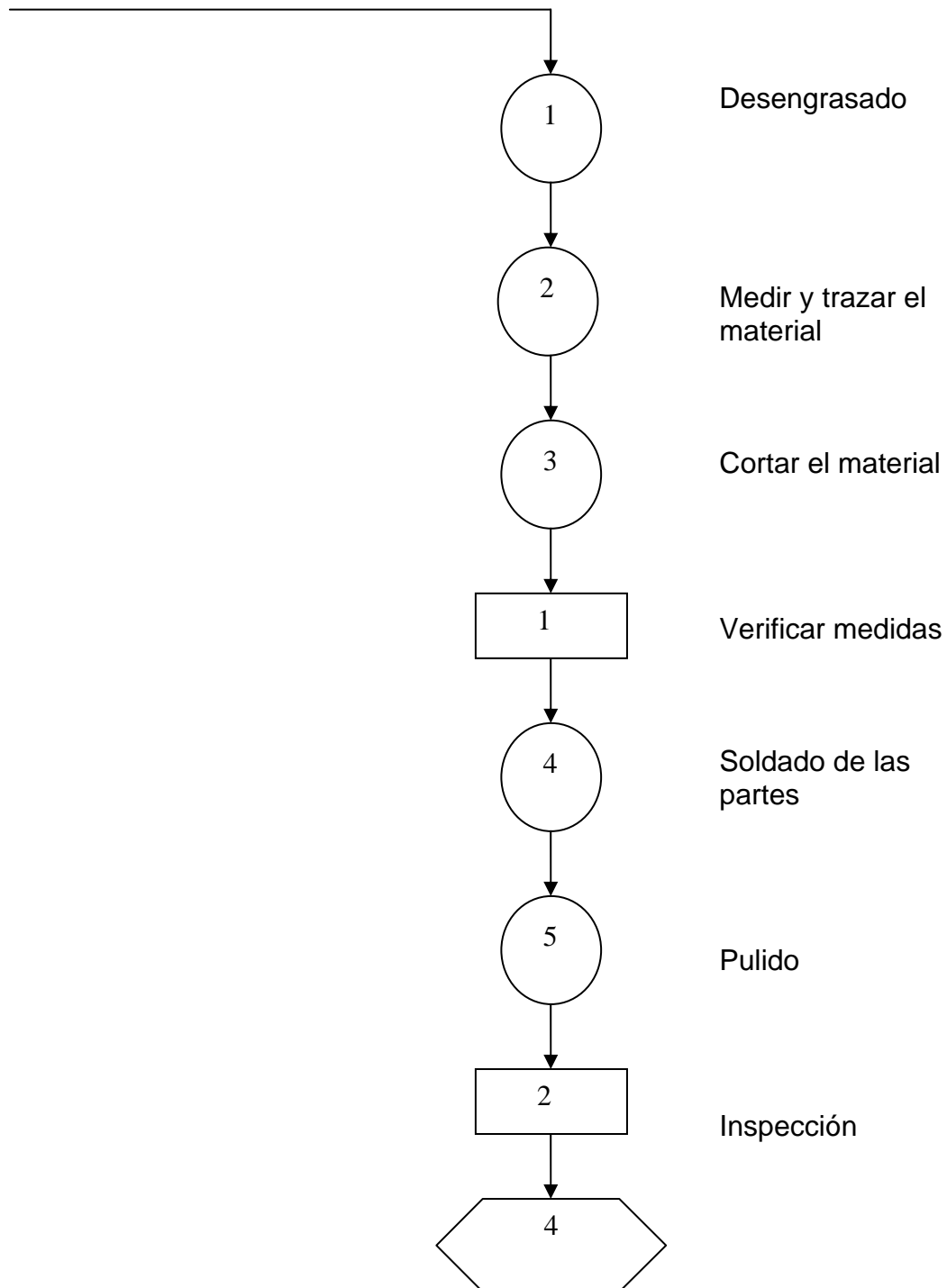
Puntos de acople con el APU.

Material: Plancha y barra de acero al carbono para maquinaria AISI 1045.

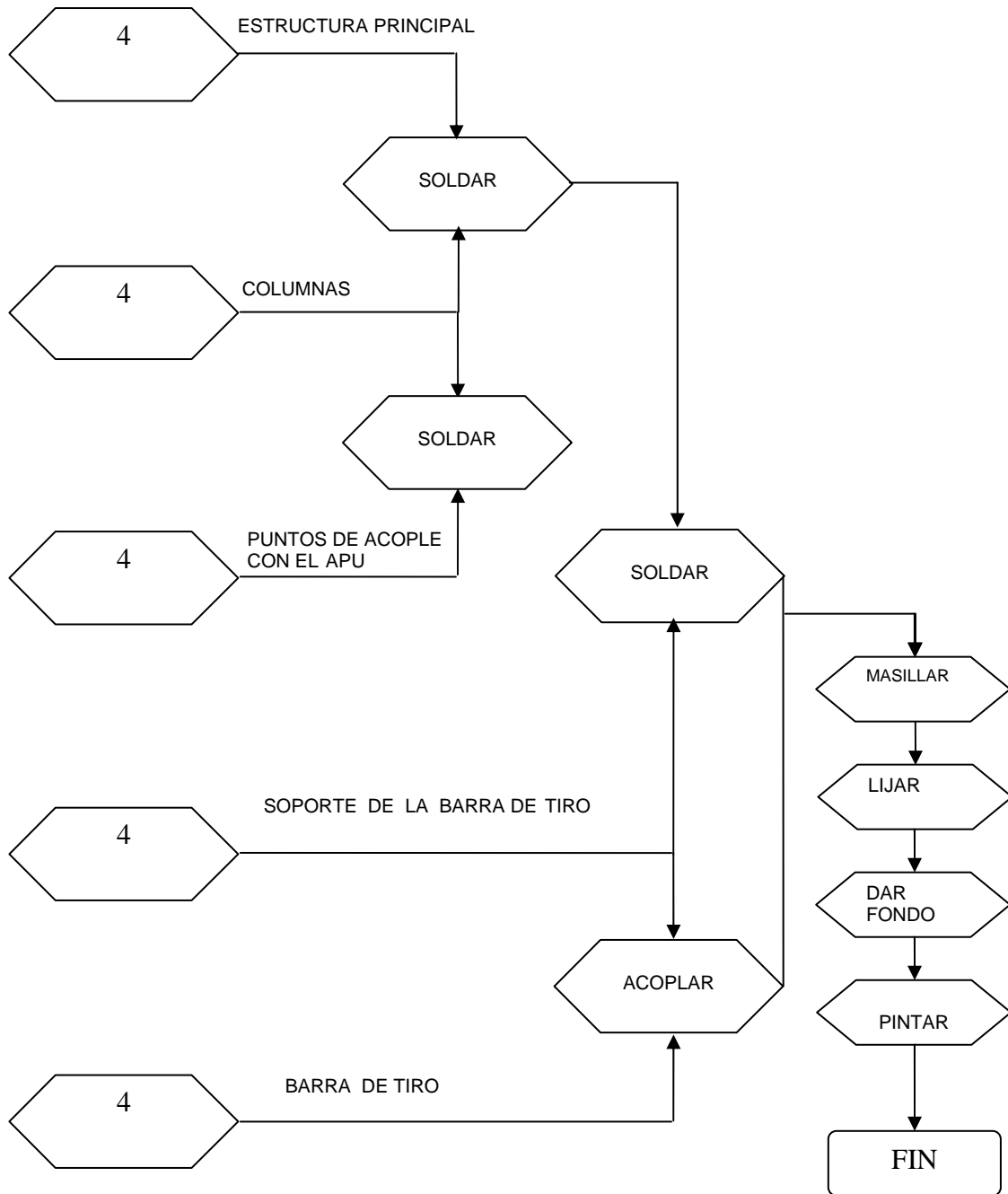


Barra de tiro.

Material: Tubería estructural rectangular de 2"x1"



DIGRAMA DE ENSAMBLE.



5.9.4 Tabla de procesos.

Tabla N° 5.6 : Tabulación de procesos.

| N° | PROCESO | CÓDIGOS Y TIEMPOS | | | | | | OBSERVACIONES |
|----|---|-------------------|----|----|----|----|----|---|
| | | H | t | M | t | E | t | |
| 1 | Limpieza | | | | | | | Realizado con desengrasante, gasolina y guaípe para eliminar impurezas en la superficie |
| 2 | Medidas y trazos | H3 | 2h | | | | | Se lo realizó en un flexómetro y un calibrador |
| 3 | Cortes | H2 | 2h | | | | | |
| 4 | Refrentado | | | M4 | 3h | | | Realizado en el torno para igualar las caras del cilindro |
| 5 | Punteado suelda | | | M1 | 2h | | | Se ocupó electrodos E6011 |
| 6 | Soldado | | | M1 | 5h | | | Se ocupó electrodos E7018 |
| 7 | Pulido excesos de material | | | | | E1 | 1h | |
| 8 | Verificación de medidas, material, acoples. | | | | | | | Inspección realizada al finalizar cada trabajo |

Fuente: investigación de campo

Elaborado por: A/C Émerson Galindo

5.9.5 Pruebas de funcionamiento.

Después que se finalizó el proceso de construcción del coche transportador se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento colocando el APU sobre el equipo construido, en la prueba se observó que todos los acoples encajaron en su sitio y el coche desempeñó correctamente con todas las funciones.

Tabla N° 5.7: Prueba con carga.

| Verificación de las partes del coche transportador | | |
|---|--------------------------|------------------------|
| Nombre | Cumple su función | Ensamble óptimo |
| Estructura principal | si | si |
| Columnas | si | si |
| Puntos de acople con el APU | si | si |
| Barra de tiro | si | si |
| Ruedas | si | si |

Fuente: investigación de campo

Elaborado por: A/C Émerson Galindo

5.10 MANUALES Y HOJAS DE REGISTRO.

Descripción general.

Para que el coche transportador funcione adecuadamente es necesario un conjunto de operaciones y cuidados por lo que es necesario disponer de manuales que facilitarán el uso y conservará operable dicho equipo.

Manual de operación.

El manual de operación detalla de manera ordenada los pasos que se deben seguir para el correcto uso del equipo logrando de este modo precautelar los recursos materiales y humanos de la compañía.

Manual de mantenimiento.

El manual de mantenimiento registra las tareas que se deben realizar cada cierto período para preservar la vida útil del equipo.

Hoja de registro.


Como su nombre lo indica la hoja de registro sirve para documentar la operación y trabajos de mantenimiento que se han realizado sobre el equipo debido a daños, mejoramiento, cambios de partes, etc., ayudando de esta manera a conocer la vida operativa del equipo, además en ésta hoja va a constar datos adicionales como fecha en que se realizó el trabajo, personal técnico que lo hizo, materiales utilizados, observaciones, etc.

A continuación se presentan los manuales del coche transportador los cuales se encuentran codificados.

Tabla N° 5.8: Codificación de los manuales.

| PROCEDIMIENTOS | CODIFICACIÓN |
|-------------------------|---------------|
| Manual de operación | ET-TD-APU-O1 |
| Manual de mantenimiento | ET-TD-APU-M1 |
| Hoja de registro | ET-TD-APU-HR1 |

5.10.1 Manual de operación.


| ITSA | MANUAL DE OPERACIÓN | | Pág.: |
|--|--|---------------|--------------------------------|
|  | OPERACIÓN DEL COCHE TRANSPORTADOR PARA EL APU DE LOS AVIONES BOEING 737-200. | | Código: ET-TD-APU-O1 |
| | Elaborado por: Sr. Emerson Galindo. | | Revisión N°: 1 |
| | Aprobado por: | Fecha: | Fecha: |
| | 1. OBJETIVO Registrar los procedimientos de operación del coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200. | | |
| 2. CÓDIGO DEL EQUIPO: | | | |
| 3. UBICACIÓN DEL EQUIPO: | | | |
| 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS. | | | |
| 5. NORMAS DE OPERACIÓN. | | | |
| 5.1 Chequear visualmente que el coche transportador esté en condiciones normales de operación. | | | |
| 5.2 Verificar que las abrazaderas de montaje del APU estén cerradas con sus respectivos pernos. | | | |
| 5.3 Colocar el coche transportador bajo el APU mientras se baja éste componente del avión. | | | |

5.4 Ubicar el APU sobre el coche transportador y verificar que las abrazaderas de montaje de éste calcen exactamente sobre los tres puntos de soporte que tiene el coche.

5.5 Asegurar los pines de soporte N° 2 y 3 del coche transportador y proceder a trasladar el APU.

Firma del técnico responsable del trabajo: _____

5.10.2 Manual de mantenimiento.

| | | | |
|--|---|---------------|--------------------------------|
|  | MANUAL DE MANTENIMIENTO | | Pág.: |
| | MANTENIMIENTO DEL COCHE TRANSPORTADOR PARA EL APU DE LOS AVIONES BOEING 737-200. | | Código: ET-TD-APU-M1 |
| | Elaborado por: Sr. Émerson Galindo. | | Revisión N°: 1 |
| | Aprobado por: | Fecha: | Fecha: |

1. OBJETIVO

Registrar los procedimientos de mantenimiento del coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200.

2. ALCANCE

Conservar operativo el coche transportador para APU de los aviones Boeing 737-200.

3. PROCEDIMIENTO

A continuación se lista los pasos para el mantenimiento del coche que debe ser realizado por personal técnico.

3.1 Mantenimiento cada 1 mes.

3.1.1 Realizar una inspección visual en la superficie y uniones por soldadura del coche en especial poner atención en los tres soportes del APU, revisar que no hayan fisuras.

3.2 Mantenimiento cada 6 meses.

3.2.1 Revisar que los rodamientos de las ruedas se encuentren engrasados, caso contrario se los debe engrasar.

3.2.2 Chequear que la goma de las llantas se encuentre en buen estado, si no es así se las debe reemplazar.


3.2.3 Revisar que los pernos de sujeción de las garruchas se encuentren bien ajustados.

3.3 Mantenimiento cada 1 año.

3.3.1 Examinar detenidamente las líneas de soldadura de todo el coche, los tres soportes y los rodamientos y llantas de las garruchas para verificar que se encuentren en buen estado para su correcta operación.

3.3.2 Pintar el coche transportador para evitar la posible corrosión en sus partes, esto se lo debe hacer con pintura anticorrosiva.

Firma del técnico responsable del trabajo: _____

| | | |
|---|----------------------|------------------------------|
|  | REGISTRO | Código: ET-TD-APU-HR1 |
| | MANTENIMIENTO | Registro N°: |

Hoja:.....de.....

| N° | FECHA | | TRABAJO REALIZADO | REPUESTOS O MATERIAL UTILIZADO | RESPONSABLE DEL TRABAJO | OBSERVACIONES |
|----|--------|-------|-------------------|--------------------------------|-------------------------|---------------|
| | INICIO | FINAL | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

.....
Responsable

| | | |
|---|----------------------|------------------------------|
|  | REGISTRO | Código: ET-TD-APU-HR1 |
| | LIBRO DE VIDA | Registro N°: |

Hoja:.....de.....

| N° | FECHA | DAÑO PRODUCIDO | CAUSA DEL DAÑO | ACCIÓN CORRECTIVA | OBSERVACIONES |
|-----------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

.....
Responsable

5.11 Presupuesto.

Una vez finalizado el desarrollo del proyecto y después de haber culminado la construcción del coche transportador para el APU de los aviones 737-200, se tomará en cuenta los gastos que fueron necesarios los cuales se detallan a continuación:

Materiales y mano de obra.

Tabla N° 5.9: Costos materiales y mano de obra.

| MATERIALES | CANTIDAD | ESPECIFICACIONES | VALOR UNITARIO \$ | VALOR TOTAL \$ |
|---------------------------------|-----------------|---|--------------------------|-----------------------|
| Tubería estructural cuadrada | 2 unidades | 2"x2(mm) AISI 1045 | 23.50 | 47.00 |
| Tubería estructural rectangular | 1 unidad | 2"x1"x2(mm) AISI 1045 | 4.50 | 4.50 |
| Planchas de acero | 4 unidades | 100x125x6(mm) ST 37 | 29.80 | 119.20 |
| Plancha de Acero | 1 unidad | 150x150x8(mm) ST 37 | 18.50 | 18.50 |
| Eje macizo de acero | 2 unidades | Øint 38, Øext50(mm) AISI 1045 | 27.80 | 55.60 |
| Eje macizo de acero | 2 unidades | Ø 38(mm) | 27.80 | 55.60 |
| Varilla redonda | 1 unidad | 5/8"x50(mm) | 12.50 | 12.50 |
| Electrodos | 3 Kg | E 6011x1/8" E 6013x1/8" E 7018x1/8" | 21 | 21 |
| Garruchas | 4 unidades | 2 fijas y 2 móviles Carga 400Kg 4" | 18.50 | 74 |
| Pernos de acero | 16 unidades | Grado 8 3/8"x1" | 0.50 | 8.00 |
| Perno de acero | 1 unidad | Grado 8 3/4"x168(mm) | 5.20 | 5.20 |
| Torno | 3 horas | | 15.00c/h | 45.00 |
| Suelda eléctrica | 6 horas | | 15.00c/h | 90.00 |

| | | | | |
|-----------------|---------|--|----------|---------------|
| Suelda autógena | 2 horas | | 10.00c/h | 20.00 |
| Acabados | | Pintura, fondo, masilla, tiñer, otros. | 20.00 | 20.00 |
| Mano de obra | | | 153.90 | 153.90 |
| TOTAL | | | | 750.00 |

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: A/C Émerson Galindo.

Varios

Tablas N° 5.10: Costos varios.

| MATERIALES | COSTO \$ |
|------------------------------------|-----------------|
| Pago aranceles Derecho de grado | 300.00 |
| Anillado | 15.00 |
| Copias | 7.00 |
| Empastado | 31.50 |
| Internet | 7.80 |
| Papelería y material de escritorio | 20.00 |
| Movilización y varios | 182.00 |
| Resma | 5.00 |
| TOTAL | 568.30 |

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: A/C Émerson Galindo.

Tabla N° 5.10: Costo total.

| COSTO TOTAL | |
|--------------------|------------------|
| Costos primarios | \$ 750 |
| Costos secundarios | \$ 568.30 |
| TOTAL | \$1318.30 |

Fuente: Investigación de campo.

Elaboración: A/C Émerson Galindo.

5.12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.12.1 Conclusiones.

- Mediante el estudio técnico que se realizó del proceso de mantenimiento del APU de los aviones Boeing 737-200 permitió plantear y seleccionar la mejor propuesta para optimizar dicho proceso.
- Se construyó el coche transportador para el APU de los aviones Boeing 737-200 basándose en las características técnicas de este componente como fueron dimensiones, peso, forma geométrica.
- Se elaboró manuales de mantenimiento, operación y hojas de registro las cuales permitirán realizar un correcto manejo del equipo de apoyo en tierra construido.
- Se realizó pruebas operacionales para comprobar el correcto funcionamiento del coche transportador, las cuales cumplieron con las expectativas planteadas en el presente trabajo.

5.12.2 Recomendaciones.

- Se debe manipular el equipo de apoyo en tierra utilizando los respectivos manuales de mantenimiento y operación.

- Al momento de trasladar el APU se debe poner atención en que los tres soportes estén correctamente asegurados.
- Se recomienda utilizar el coche transportador únicamente para el trabajo que fue destinado y se lo debe hacer tomando las debidas precauciones.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Definiciones

Avión.- Aeronave más pesada que el aire, provista de alas, cuya sustentación y avance es consecuencia de la acción de uno o varios motores.

Acero.- Aleación de hierro y carbono, en diferentes proporciones, que, según su tratamiento, adquiere especial elasticidad, dureza o resistencia.

Aleación.- Producto homogéneo, de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal.

Diseño.- Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie.

Electrodo.- Extremo de un conductor en contacto con un medio, al que lleva o del que recibe una corriente eléctrica.

Envergadura.- Distancia entre los extremos de las alas de un avión.

Fundición.- Acción y efecto de fundir o fundirse.

Fuselaje.- Cuerpo del avión donde van los pasajeros y las mercancías.

Manganeso.- Elemento químico de núm. atóm. 25. Metal de color y brillo acerados, quebradizo, pesado y muy refractario, que se usa aleado con el hierro para la fabricación de acero. (Símb. *Mn*).

Manual.- Libro en que se compendia lo más sustancial de una materia.

Montaje.- Acción y efecto de **montar** (ll armar las piezas de un aparato o máquina).

Neumático.- Que funciona con aire u otro gas.

Optimización.- Acción y efecto de optimizar. Buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Pascal.- Unidad de presión del Sistema Internacional, equivalente a la presión uniforme que ejerce la fuerza de un *newton* sobre la superficie plana de un metro cuadrado. (Símb. *Pa*).

Proceso.- Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

Sección.- Cada una de las partes en que se divide o considera dividido un objeto, un conjunto de objetos, una empresa, una organización, etc.

Soldadura.- Material que sirve y está preparado para soldar.

Técnico.- Perteneiente o relativo a las aplicaciones de las ciencias y las artes.

Turbina.- Máquina destinada a transformar en movimiento giratorio de una rueda de paletas la fuerza viva o la presión de un fluido.

SIGLAS

APU.- Unidad de Potencia Auxiliar.

AMM.- Aircraft Maintenance Manual.

ATA.- Asociación de Transporte Aéreo

ASTM.- Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.

AISI.- Instituto Americano del Hierro y del Acero.

AWS.- Sociedad Americana de Soldadura.

DGAC.- Dirección General de Aviación Civil.

ITEL.- Manual de herramientas.

SAE.- Sociedad Norteamericana de Ingenieros Automotores.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Eugene A. Avallone, (2003), MANUAL DEL INGENIERO MECÁNICO, editorial E.I. du Pont de Nemours y Co., (México) 9ª edición.
- Gesellschaft, TECNOLOGÍA DE LOS METALES, Edición Especial. Deutsche.
- Regulaciones Aeronáuticas del Ecuador.
- Academia Interamericana de la Fuerzas Aéreas “Diccionario de inglés Técnico Aeronáutico”

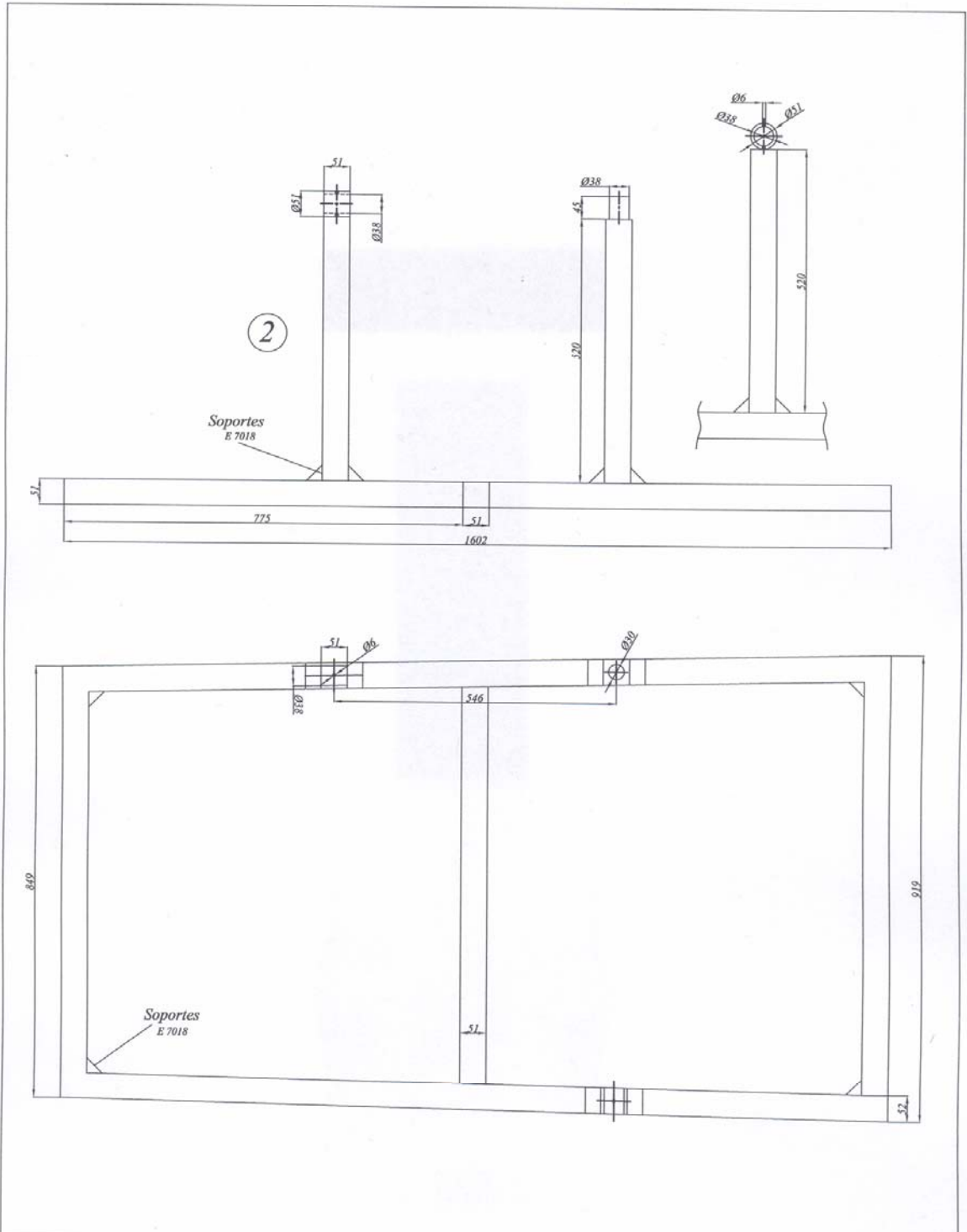
Manuales

- THE BOEING COMPANY, “737 Maintenance Manual”
- THE BOEING COMPANY, “737 Illustrated Tool and Equipment List”

Internet

- www.wikipedia.org/wiki/Boeing_737, 20 de agosto del 2008, 10:45.
- www.geocities.com/CapeCanaveral/Hangar/4037/especificaciones_tecnicas_aviones.html, 20 de agosto del 2008, 11:00
- www.antonioarquivadas.com/wp-content/uploads/APU.pdf, 2 de Septiembre del 2008, 14:50.
- www.monografias.com/trabajos13/elproceso/elproceso.shtml, 12 de Julio del 2008, 09:00.
- www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/ACERO%20ESTRUCTURAL, 15 de Septiembre del 2008, 10:00.

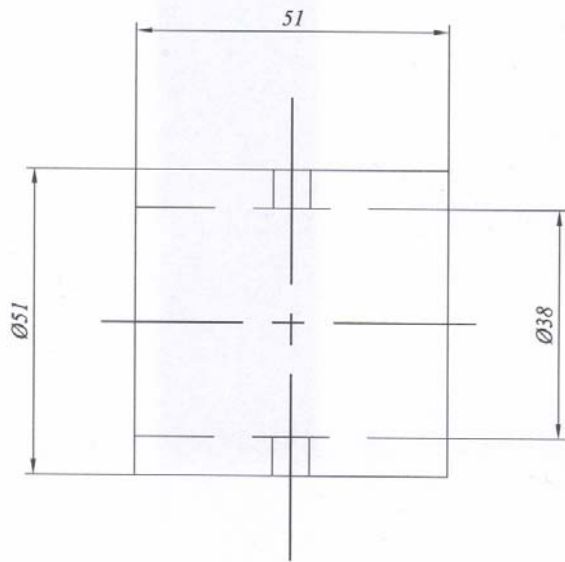
PLANOS DEL COCHE TRANSPORTADOR



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

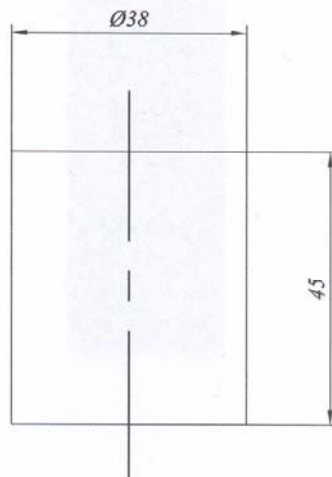
| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|-------------|----------|-----------------------|-------|----------------|------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: | N° 001 |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: | Estructura |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustinye a: | | | | | |





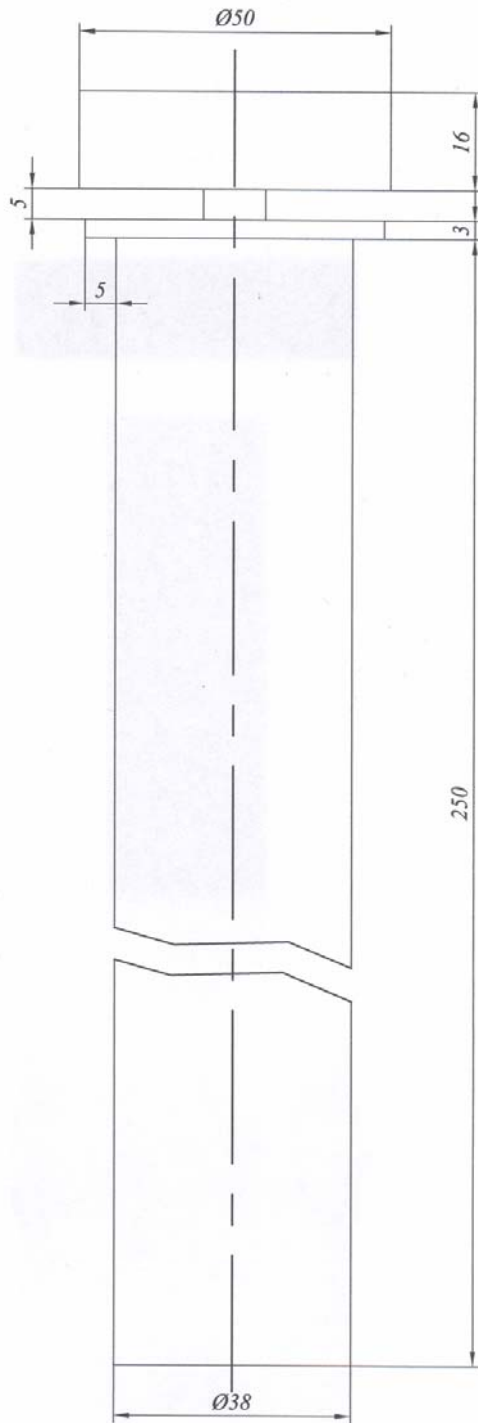
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|-------------------|---------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: N° 003 | Escala S/E |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: Bocin | |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustituye a: | | | | | |



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

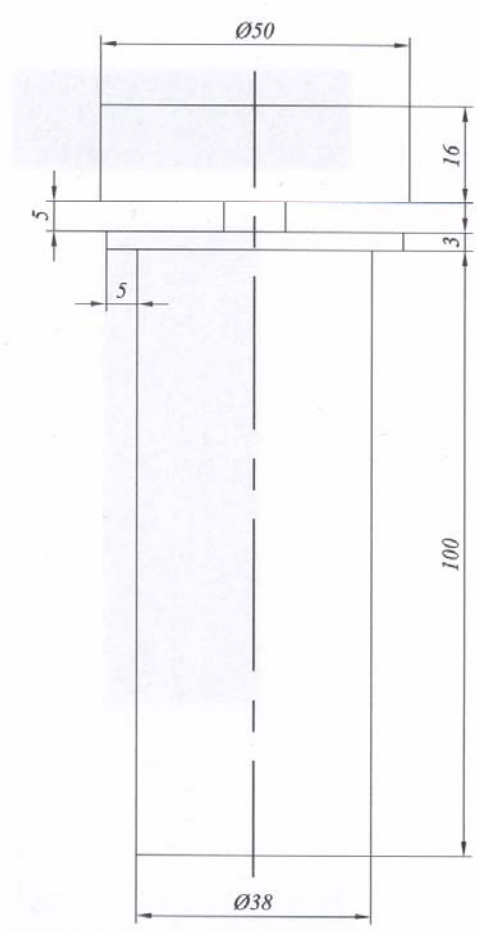
| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|--------------------------|---------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: N° 004 | Escala S/E |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: Pin | |
| Sustituye a: | | | | | |



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

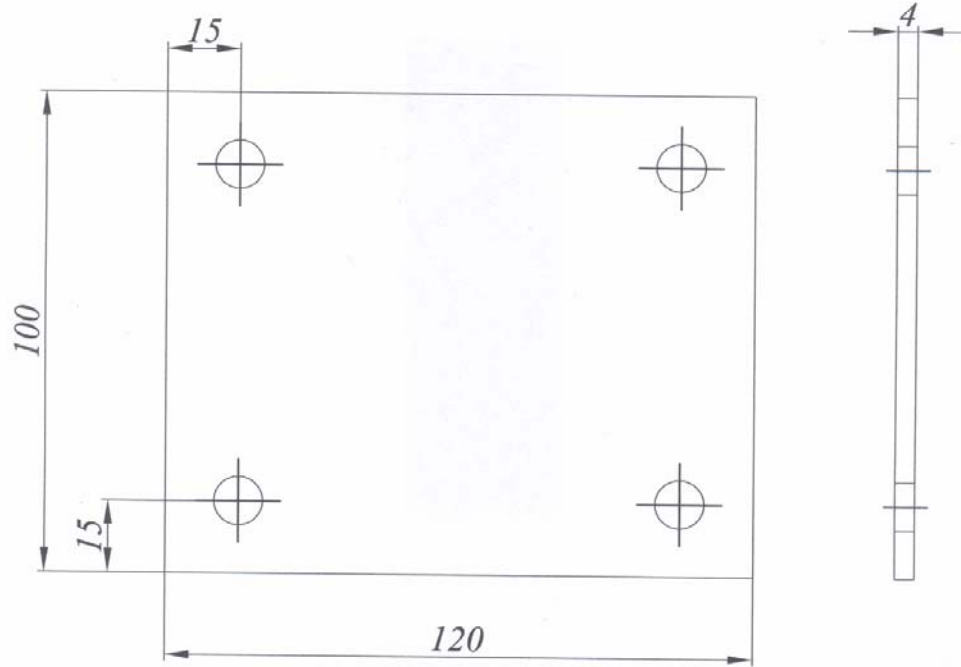
| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|----------------|---------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: | N° 010 |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: | Pin - 1 |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustituye a: | | | | | |





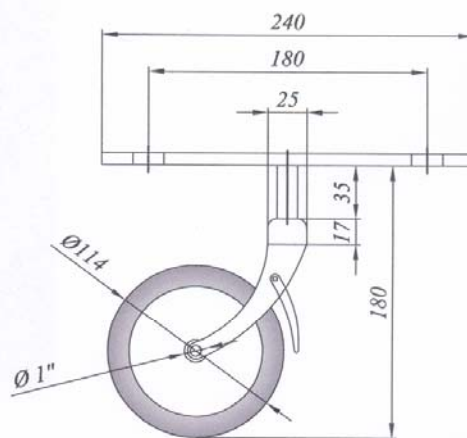
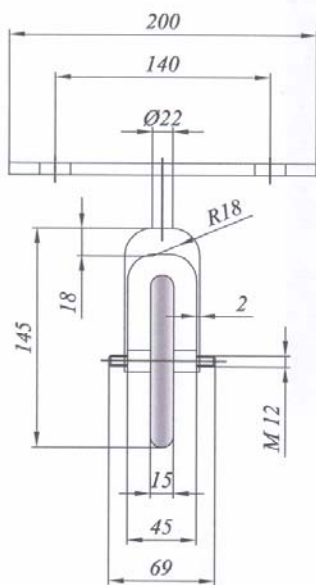
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|--------------------|---------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: N° 011 | Escala S/E |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: Pin - 2 | |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustituye a: | | | | | |



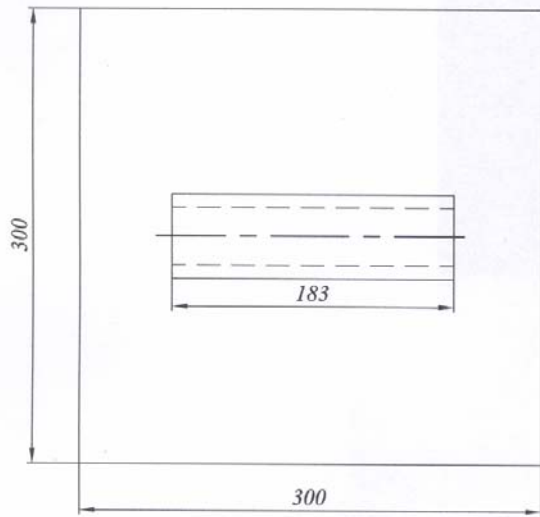
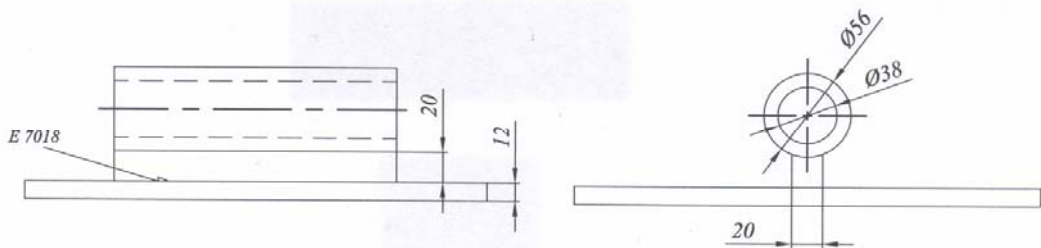
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|----------------|------------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: | Escala S/E |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: | Base de Garrucha |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustituye a: | | | | | |



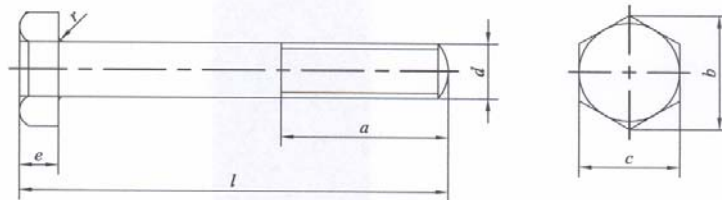
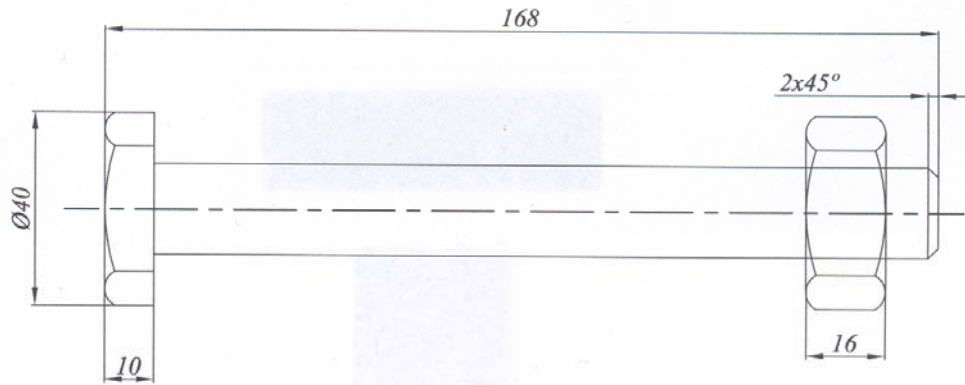
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|---------------------|---------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: N° 009 | Escala S/E |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: Garrucha | |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustituye a: | | | | | |

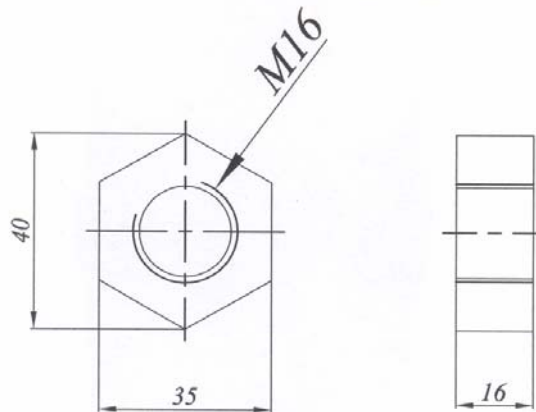


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|----------------|---------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: | Escala S/E |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: | Base de tiro |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustituye a: | | | | | |

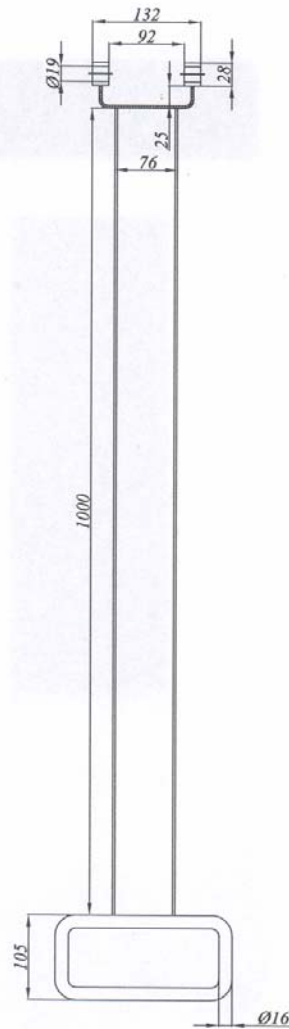


| <i>d</i> | <i>l</i> | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | <i>e</i> | <i>r</i> |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M16 | 160 | 50 | 40 | 35 | 16 | 1.25 |



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | SOPORTE DE APU | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|-----------------------------|---------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | Código: N° 008 | Escala S/E |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: Tornillo pasador | |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | | |
| Sustituye a: | | | | | |



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

| ITEM | FECHA | NOMBRE | FIRMA | | |
|--------------|----------|-----------------------|-------|----------------|-----------------|
| Diseñado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | SOPORTE DE APU | |
| Dibujado | 23-03-09 | Alno. Galindo Emerson | | | |
| Revisado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Código: | N° 006 |
| Aprobado | 23-03-09 | Sgto. Vallejo William | | Nombre: | Aladera de Tiro |
| Sustituye a: | | | | | |

ANEXOS

**ANEXO A
INVESTIGACIÓN**

Anexo A.1: Ficha de observación.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO. CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION MOTORES.

Observación al personal técnico de la sección de mantenimiento de la compañía AEROGAL.

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar: Quito, AEROGAL Mantenimiento.
Fecha: 02-06-08
Observador: Émerson Galindo.

OBJETIVOS:

1. Observar el desarrollo de funciones del personal técnico de mantenimiento.
2. Observar el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200.

Aspectos a ser tomados en cuenta para la observación.

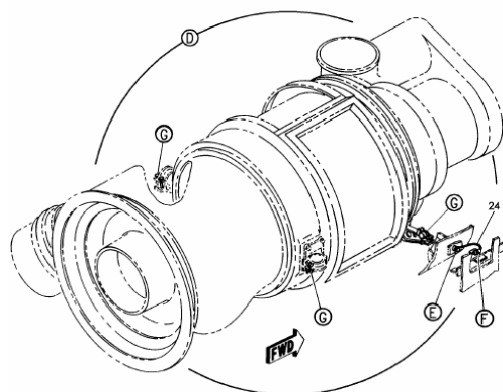
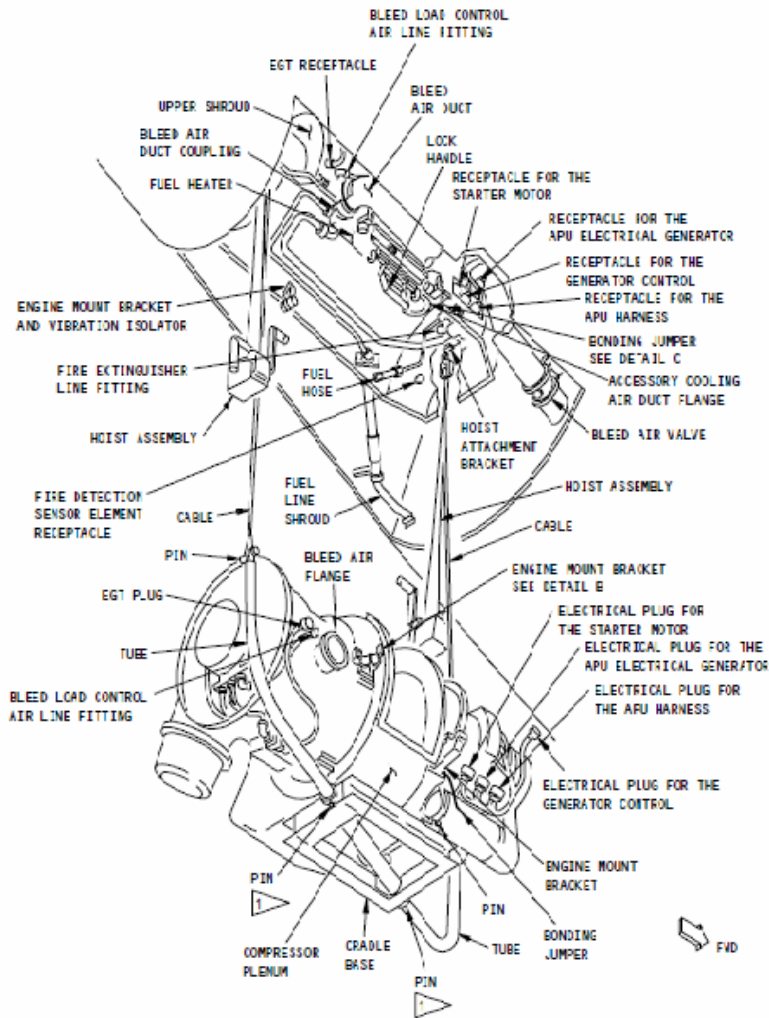
- Trabaja el personal de mantenimiento siguiendo las ordenas técnicas:
- Ocupa el personal técnico los respectivos equipos de protección personal:
- Cumple la sección de mantenimiento con las regulaciones de la DGAC.:
- Utilizan los respectivos equipos de apoyo en tierra que indica el manual de mantenimiento:
- Cuenta el personal con las herramientas necesarias para realizar su labor:

Observaciones:

Al momento que realizan trabajos de mantenimiento en el APU del avión y este componente es removido para ser transportado utilizan coches que no son muy adecuados para cumplir con esta actividad y además el personal técnico estaba expuesto al riesgo de accidentes laborales.

También se observó que ésta actividad lo realizaban de manera un tanto incómoda para los técnicos ya que el APU no estaba a una altura adecuada y no se encontraba fijo en el coche.

Anexo A.2: Instalación y puntos de soporte del APU.



Anexo A.3: Ficha de la encuesta.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES.**

**Encuesta para personal técnico de la sección de
Mantenimiento de la compañía AEROGAL.**

Objetivo: Investigar el criterio del personal técnico sobre la importancia de la implementación de un coche tipo “cuna” para soporte y transporte del APU de los aviones Boeing 737-200 para optimizar el proceso de mantenimiento.

Indicaciones: Lea detenidamente las preguntas y luego conteste cada una de ellas. Ponga a su criterio una X en el sitio que considere conveniente.

1.- ¿Conoce usted las características, dimensiones y peso del APU de los aviones Boeing 737-200?

SI

NO

2.- ¿A realizado usted trabajos de mantenimiento en el APU del los aviones Boeing 737-200?

SI

NO

3.- ¿Conoce usted el procedimiento de remoción/instalación del APU de los aviones Boeing 737-200?

SI

NO

4.- ¿Ha tenido dificultades al momento de trasladar el APU desde el desmontaje del avión para realizar trabajos de mantenimiento?

SI

NO

5.- ¿Cree usted que los soportes con los que actualmente se trabaja son los adecuados para el transporte del APU?

SI

NO

6.- ¿Piensa usted que con la implementación de un equipo de apoyo en tierra para transporte del APU se optimizará el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200?

SI

NO

7.- ¿Piensa usted que se evitará el riesgo de accidentes laborales con la implementación del equipo mencionado anteriormente?

SI

NO

8.- ¿Cree usted que al implementar éste equipo le facilitará realizar los respectivos trabajos de mantenimiento del APU?

SI

NO

GRACIAS

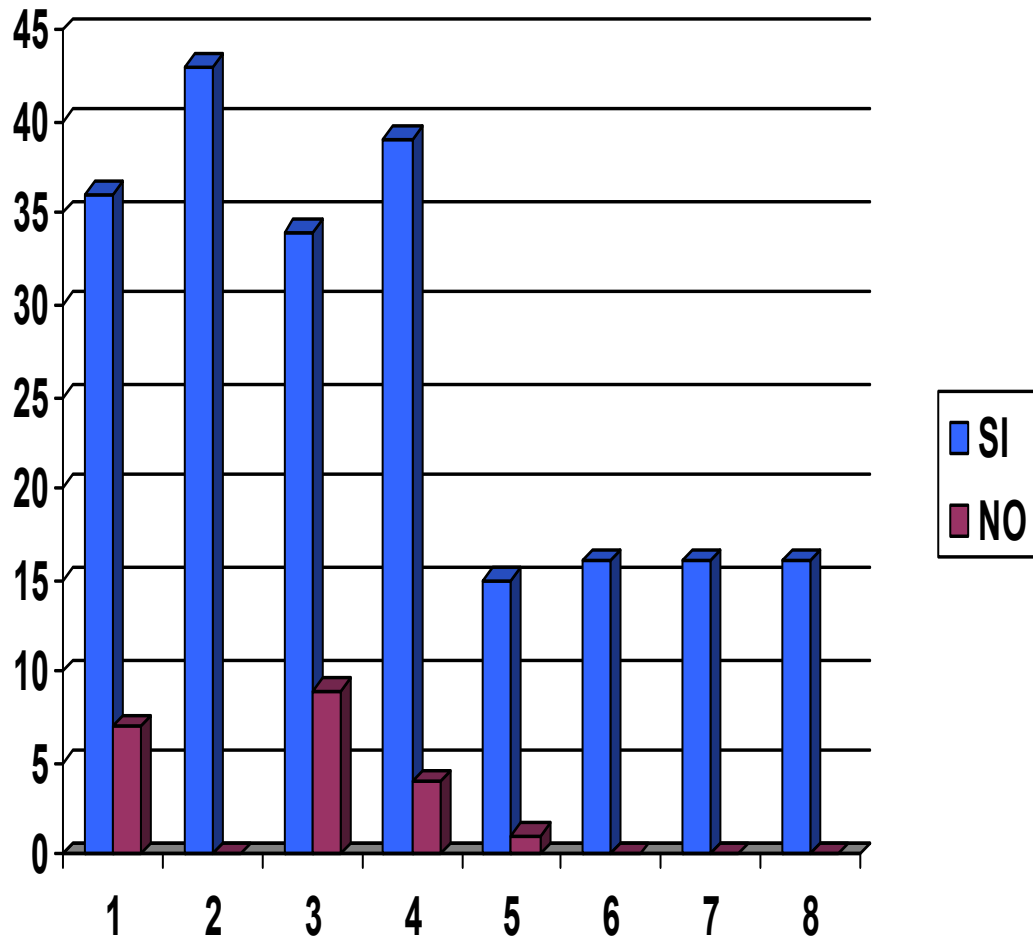
Anexo A.4: Tabulación de los resultados de la encuesta.

TABLA N° 1 Tabulación de los resultados de la encuesta.

| N° | PREGUNTA | RESPUESTA | |
|----|--|-----------|----|
| | | SI | NO |
| 1 | ¿Conoce usted las características, dimensiones y peso del APU de los aviones Boeing 737-200? | 36 | 7 |
| 2 | ¿A realizado usted trabajos de mantenimiento en el APU de los aviones Boeing 737-200? | 43 | 0 |
| 3 | ¿Conoce usted el procedimiento de remoción/instalación del APU de los aviones Boeing 737-200? | 34 | 9 |
| 4 | ¿Ha tenido dificultades al momento de trasladar el APU desde el desmontaje del avión para realizar trabajos de mantenimiento? | 39 | 4 |
| 5 | ¿Cree usted que los soportes con los que actualmente se trabaja son los adecuados para el transporte del APU? | 1 | 42 |
| 6 | ¿Piensa usted que con la implementación de un equipo de apoyo en tierra para transporte del APU se optimizará el proceso de mantenimiento de los aviones Boeing 737-200? | 43 | 0 |
| 7 | ¿Considera usted que se evitará el riesgo de accidentes laborales con la implementación del equipo mencionado anteriormente? | 43 | 0 |
| 8 | ¿Cree usted que al implementar éste equipo le facilitará realizar los respectivos trabajos de mantenimiento del APU? | 43 | 0 |

Anexo A.5: Resultados de la encuesta realizada a los técnicos de mantenimiento de la compañía AEROGAL.

TABLA N° 2 Resultados estadísticos de la encuesta.



ELABORACIÓN: Émerson Galindo.

FUENTE: Técnicos de mantenimiento de la compañía AEROGAL

Anexo A.6: ENGINEERING DEPARTMENT.

POWER PLANTS SECTION.

APUs DATA LOG.

| AeroGal AEROLINEAS GALAPAGOS | | ENGINEERING DEPARTMENT POWER PLANTS SECTION APUs DATA LOG | | | | | | 29-Jul-08 |
|---------------------------------|-------------|---|---------------|-------|--|---------------------|------------------|---|
| APU S/N | APU P/N | APU MODEL | MANUFACTURER | OWNER | LSV | RECORD OF MOVEMENTS | TSLSV Hrs APU | REMARKS |
| P-15149 | 380428-1-14 | GTCP85-129 | HONEYWELL | | 23-Nov-04 (REP) IAI BEDEK AVIATION GROUP | ON CFM: 23-Nov-04 | | |
| P-15213 | 380678-1-1 | GTCP85-98C | HONEYWELL | | 31-Oct-05 (REP) Chase Aerospace, Inc. | ON CDJ: 25-Aug-06 | 2838 | Removed for two cracks in the turbine plenum |
| P-15355C | 380428-2-1 | GTCP85-129A | HONEYWELL | | 30-May-08 Summit Access. Services, Inc. | ON CFH: 02-Jun-08 | | |
| P-34833 | 380428-1-14 | GTCP85-129 | HONEYWELL | | 09-Oct-04 (OVH) Honeywell International, Inc. | ON CFH: 25-Jul-06 | | Removed for scheduled maintenance (HS) |
| P-34849 | 380428-4-2 | GTCP85-1290 | HONEYWELL | | 29-Feb-08 (REP) Summit Access. Services, Inc. | ON CFO: 25-Mar-08 | | |
| P-34923C | 380428-6-1 | GTCP85-129E | HONEYWELL | | 28-Mar-07 (REP) Chase Aerospace, Inc. | ON CEQ: 07-Apr-07 | 915.06 | Removed for crack in the Turbine Plenum Assy |
| P-35480 | 380428-1-14 | GTCP85-129 | ALLIED SIGNAL | | 20-Mar-08 (REP) Alpha Aircraft Systems, Inc. | ON CFH: 20-May-08 | 9.00 | Durante encendido sale humo blanco por exhaust |
| P-35487 | 380428-1-14 | GTCP85-129 | HONEYWELL | | 08-Feb-08 (REP) Alpha Aircraft Systems, Inc. | ON CGA: 23-Feb-08 | | |
| P-36209C | 380678-1-1 | GTCP85-98C | HONEYWELL | | 03-Jan-05 (REP) IAI BEDEK AVIATION GROUP | ON CFR: 31-Jan-06 | | |
| P40105 | 380428-6-1 | GTCP85-129E | UNK | | 06-Oct-04 (REP) Chase Aerospace, Inc. | ON CDJ: 04-Dec-05 | 1457.42 | Removed for pneumatic low pressure |
| P-40167 | 380428-6-2 | GTCP85-129C | HONEYWELL | | 22-Nov-06 (REP) GMF Aero Asia | ON CDJ: 23-Jul-08 | | Removed for company convenience |
| P-50119 | 380428-5-1 | GTCP85-129D | HONEYWELL | | 14-Sep-06 (OVH) Chase Aerospace, Inc. | ON CEQ: 19-Jan-08 | | Removed for company convenience |
| P-50153 | 380428-1-14 | GTCP85-129 | HONEYWELL | | 18-Aug-06 (OVH) Chase Aerospace, Inc. | ON CFO: 21-Oct-06 | | Removed for install it on CER. |
| P-60148 | 380428-6-2 | GTCP85-129E | HONEYWELL | | 12-Mar-08 (REP) Piedmont Aviation, LLC | ON CER: 04-Mar-08 | | Installed & Removal unit from CFO for not compatibility and shipment to the owner |
| P-60435 | 380428-6-2 | GTCP85-129E | HONEYWELL | | 12-Jan-07 (REP) Chase Aerospace, Inc. | ON CER: 23-Feb-07 | | Removed for fuel leakage from drain line. Crack in the start PDU. |
| P-60452 | 380428-6-1 | GTCP85-129E | HONEYWELL | | 20-Nov-06 (INSF) Hamilton Aerospace Tech, Inc | ON CFO: 13-Mar-08 | 1563.13 | Repaired with..... |
| P-60495 | 380428-6-2 | GTCP85-129E | HONEYWELL | | 07-Jun-07 (OVH) Chase Aerospace, Inc. | ON CFO: 25-Jul-06 | 0.00 | Removed for Electric disconnect during start |
| P-60631C | 380428-6-2 | GTCP85-129E | HONEYWELL | | 28-Nov-05 (OVH) Chase Aerospace, Inc. | ON CEQ: 19-Jan-08 | 0.00 | Removed for Turbine Oil Leakage |
| | | | | | 18-Nov-03 (REP) Piedmont Aviation, LLC | ON CGA: 23-Feb-08 | 0.00 | Installed in unserviceable condition |
| | | | | | 21-Sep-07 (OVH) Piedmont Aviation, LLC | ON CER: 09-Jun-06 | 1158.08 | Removed for oil leakage |
| | | | | | | ON CER: 26-Mar-06 | 2006.27 | Removed for Pneumatic low pressure during start |
| | | | | | | ON CFH: 08-Feb-08 | | Removed for oil low pressure |

Anexo A.7: SERVICE LETTER.



**Commercial
Aviation
Services**

SERVICE LETTER

SERVICE ENGINEERING • BOEING COMMERCIAL AIRPLANES • P.O. BOX 3707 • SEATTLE • WASHINGTON 98124-2207

737-SL-49-070

ATA: 4921-30

7 December 2000

SUBJECT: DELETION OF SCHEDULED ON-WING MAINTENANCE HOT SECTION INSPECTION REQUIREMENT FOR GTCP85-129 SERIES APU

MODEL: 737-100/-200/-300/-400/-500

APPLICABILITY: All 737-100/-500 airplanes with GTCP85-129 Series APU Installed

REFERENCES: a) 737-300/-400/-500 MPD Document D6-38278
b) 737-100/-200 MPD Document D6-17594

SUMMARY:

This service letter advises all affected 737 operators that scheduled routine on-wing detailed hot section inspection of the GTCP85-129 series APUs is no longer recommended as a scheduled maintenance program task in the Boeing recommended scheduled maintenance program. Operators may realize reduced maintenance costs as a result of this task deletion with no expected changes in APU service life or operation.

DISCUSSION:

The Nov 99 revision to the ref /A/ MPD made several changes to the recommended scheduled maintenance program for the GTCP85-129 H/J/K/CK/CKA/CKB/CKC/CKD APU models. The first was to remove the MPD item B49-11-00-4A requirement to perform a detailed hot section inspection at "1C" aircraft check intervals. The second was to remove the MPD item B49-31-42-A requirement for a visual on-wing inspection of the turbine torus at "4A" intervals. These recommendations were made in response to requests from operators, and were approved based on a history of substantiating fleet repair data which was collected over time by Honeywell.

However, for the 737-100/-200 airplanes the applicable ref /B/ MPD was last revised in Nov 90. This edition is the final revision of this document and no plans exist at this time to update it. However, by analogy the changes noted above also apply to the GTCP85-129 model APU's installed in 737-100/-200 airplanes, and operators of those airplanes may benefit as well from these changes.

BOEING ACTION:

Boeing revised the ref /A/ MPD to remove the requirement to perform a detailed hot section inspection and on-wing inspection of the turbine torus for the 737-300/400/-500 as discussed above.

This Service letter provides Boeing concurrence for 737-100/-200 operators to eliminate the requirement for detailed hot section inspection and on-wing inspection of the turbine torus for the GTCP85-129 series APU.

SUGGESTED OPERATOR ACTION:

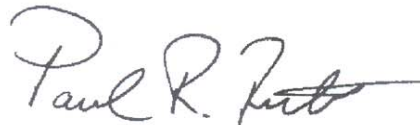
Boeing recommends that 737-300/-400/-500 operators review the revised ref /A/ MPD and modify their APU maintenance schedule accordingly.

Operators of 737-100/-200 airplanes equipped with GTCP85-129 series APUs may use this service letter as source documentation to gain local regulatory approval to discontinue the ref /B/ section 7-49 page 1 item 7-49-02 detailed hot section inspection as a scheduled maintenance requirement. This on-wing inspection may be retained as a scheduled maintenance inspection if so desired by individual operators, but is no longer a recommended task.

NOTE: This letter applies only to installed APU hot section inspections and does not apply to shop-level hot section inspections, which are not typically controlled by the MPD.

WARRANTY INFORMATION:

Boeing warranty remedies are not available for the subject given in this service letter.



Paul R. Richter
Fleet Support Chief
707727/737-100 to -500

HT:mc

ANEXO B
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL

Anexo B.1: Tubería estructural.

TUBERÍA ESTRUCTURAL

Características Generales:


Norma de Fabricación : ASTM A500-03
 Limite de fluencia (mínimo) $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$

Tolerancias : Diámetro +/- 0.5%
 Longitud +12 mm - 6 mm

Longitud de Entrega : 6 metros, otras longitudes bajo pedido

Acabado : Negro o Galvanizado

Espesor : +/- 10%



DIÁMETRO EXTERIOR

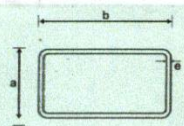
1. Tubos Redondos

| DENOMINACIÓN | ESPESOR | | PESO | |
|--------------|-----------------------|------|-------|-------|
| | Diámetro Exterior (D) | | P | P |
| pulg. | mm | mm | Kg/m | Kg/6m |
| 5/8 | 15,88 | 1,50 | 0,55 | 3,28 |
| 3/4 | 19,05 | 1,50 | 0,67 | 3,99 |
| 7/8 | 22,22 | 1,50 | 0,79 | 4,73 |
| 1 | 25,40 | 1,50 | 0,90 | 5,37 |
| | | 2,00 | 1,17 | 7,02 |
| 1 1/4 | 31,75 | 1,50 | 1,13 | 6,78 |
| | | 2,00 | 1,48 | 8,90 |
| 1 1/2 | 38,10 | 1,50 | 1,37 | 8,20 |
| | | 2,00 | 1,80 | 10,79 |
| 1 3/4 | 44,45 | 1,50 | 1,60 | 9,57 |
| | | 2,00 | 2,13 | 12,76 |
| 1 7/8 | 47,63 | 1,50 | 1,72 | 10,32 |
| | | 2,00 | 2,27 | 13,62 |
| 2 | 50,80 | 1,50 | 1,84 | 11,02 |
| | | 2,00 | 2,43 | 14,55 |
| | | 3,00 | 3,45 | 20,69 |
| 2 1/4 | 57,15 | 1,50 | 2,08 | 12,47 |
| | | 2,00 | 2,79 | 16,72 |
| 2 3/8 | 60,50 | 1,50 | 2,24 | 13,42 |
| | | 2,00 | 2,83 | 17,00 |
| | | 3,00 | 4,38 | 26,28 |
| 2 1/2 | 63,50 | 1,50 | 2,34 | 14,04 |
| | | 2,00 | 3,13 | 18,75 |
| | | 3,00 | 4,62 | 27,69 |
| 3 | 76,20 | 2,00 | 3,68 | 22,42 |
| | | 3,00 | 5,26 | 33,35 |
| | | 4,00 | 7,35 | 44,09 |
| 3 1/2 | 89,10 | 2,00 | 4,37 | 26,19 |
| | | 3,00 | 6,50 | 39,00 |
| | | 4,00 | 8,60 | 51,62 |
| 4 1/2 | 114,30 | 2,00 | 5,59 | 33,53 |
| | | 3,00 | 8,36 | 50,16 |
| | | 4,00 | 11,09 | 66,51 |
| 5 | 127,00 | 2,00 | 6,22 | 37,30 |
| | | 3,00 | 9,26 | 55,53 |
| | | 4,00 | 12,28 | 73,66 |

2. Tubos Cuadrados


| DENOMINACIÓN | ESPESOR | | PESO | |
|--------------|---------|------|------|-------|
| | a | | P | P |
| pulg. | mm | mm | Kg/m | Kg/6m |
| 3/4 | 20 | 1,50 | 0,88 | 5,26 |
| 1 | 25 | 1,50 | 1,13 | 6,78 |
| | | 2,00 | 1,48 | 8,90 |
| 1 1/4 | 30 | 1,50 | 1,37 | 8,20 |
| | | 2,00 | 1,80 | 10,79 |
| 1 1/2 | 40 | 1,50 | 1,72 | 10,32 |
| | | 2,00 | 2,27 | 13,62 |
| | | 3,00 | 3,22 | 19,33 |
| 2 | 50 | 1,50 | 2,32 | 13,93 |
| | | 2,00 | 3,13 | 18,75 |
| | | 3,00 | 4,62 | 27,69 |
| 2 3/8 | 60 | 2,00 | 3,74 | 22,42 |
| | | 3,00 | 5,56 | 33,35 |
| 3 | 75 | 2,00 | 4,65 | 27,88 |
| | | 3,00 | 6,88 | 41,26 |
| | | 4,00 | 9,11 | 54,64 |
| 4 | 100 | 2,00 | 6,22 | 37,30 |

3. Tubos Rectangulares



| DENOMINACIÓN | DIMENSIONES | | | PESO | |
|---------------|-------------|-----|------|------|-------|
| | a | b | e | P | P |
| Pulg. | mm | mm | mm | Kg/m | Kg/6m |
| 3/4 x 1 1/2 | 20 | 40 | 1,50 | 1,37 | 8,20 |
| | | | 2,00 | 1,80 | 10,79 |
| 1 x 2 | 25 | 50 | 1,50 | 1,72 | 10,32 |
| | | | 2,00 | 2,27 | 13,62 |
| 1 1/2 x 2 3/8 | 40 | 60 | 2,00 | 3,13 | 18,75 |
| | | | 3,00 | 4,62 | 27,69 |
| 1 1/4 x 2 3/4 | 30 | 70 | 2,00 | 3,13 | 18,75 |
| | | | 3,00 | 4,62 | 27,69 |
| 1 1/2 x 3 1/8 | 40 | 80 | 2,00 | 3,68 | 22,05 |
| | | | 3,00 | 5,26 | 31,55 |
| 1 3/4 x 3 | 45 | 75 | 2,00 | 3,74 | 22,42 |
| | | | 3,00 | 5,56 | 33,36 |
| | | | 4,00 | 7,35 | 44,09 |
| 2 x 4 | 50 | 100 | 2,00 | 4,63 | 27,79 |
| | | | 3,00 | 6,88 | 41,26 |
| | | | 4,00 | 9,11 | 54,64 |


4. Tubos Poste Galvanizados



DIÁMETRO EXTERIOR

| DENOMINACIÓN | ESPESOR | | PESO | |
|--------------|-----------------------|------|------|-------|
| | Diámetro Exterior (D) | | P | P |
| pulg. | mm | mm | Kg/m | Kg/6m |
| 1 | 25,40 | 2,00 | 1,22 | 7,34 |
| 1 1/4 | 31,75 | 2,00 | 1,55 | 9,30 |
| 1 1/2 | 38,10 | 2,00 | 1,88 | 11,28 |
| 1 5/8 | 42,20 | 2,00 | 2,15 | 12,90 |
| 1 3/4 | 44,45 | 2,00 | 2,22 | 13,34 |
| 2 | 50,80 | 2,00 | 2,54 | 15,21 |
| 2 3/8 | 60,50 | 2,00 | 3,10 | 18,61 |
| 2 1/2 | 63,50 | 2,00 | 3,27 | 19,60 |
| 3 | 76,20 | 2,00 | 3,84 | 23,04 |
| | | 3,00 | 5,42 | 32,53 |
| 3 1/2 | 88,90 | 2,00 | 4,55 | 27,27 |
| | | 3,00 | 6,70 | 40,18 |
| 4 1/2 | 114,30 | 2,00 | 5,84 | 35,05 |
| | | 3,00 | 8,61 | 51,67 |
| 5 | 127,00 | 2,00 | 6,50 | 38,98 |
| | | 3,00 | 9,53 | 57,20 |

5. Tubos Agrícolas Galvanizados

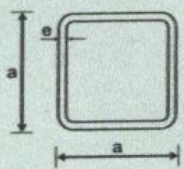


DIÁMETRO EXTERIOR

| DENOMINACIÓN | ESPESOR | | PESO | |
|--------------|-----------------------|-----|------|-------|
| | Diámetro Exterior (D) | | P | P |
| pulg. | mm | mm | Kg/m | Kg/6m |
| 7/8 | 22,22 | 1,5 | 0,84 | 5,02 |
| 1 | 25,40 | 1,5 | 0,95 | 5,69 |
| 1 1/4 | 31,75 | 1,5 | 1,20 | 7,19 |
| 1 1/2 | 38,10 | 1,5 | 1,45 | 8,69 |
| 1 3/4 | 44,45 | 1,5 | 1,69 | 10,15 |
| 2 | 50,80 | 1,5 | 1,95 | 11,69 |
| 2 1/4 | 57,15 | 1,5 | 2,23 | 13,37 |

Anexo B.2: Tubo cuadrado de 2"x2mm utilizado en la estructura principal.


2. Tubos Cuadrados




| DENOMINACIÓN | | ESPESOR | PESO | |
|--------------|-----|---------|-------|-------|
| a | | e | P | P |
| pulg. | mm | mm | Kg/m | Kg/6m |
| 3/4 | 20 | 1,50 | 0,88 | 5,26 |
| 1 | 25 | 1,50 | 1,13 | 6,78 |
| | | 2,00 | 1,48 | 8,90 |
| 1 1/4 | 30 | 1,50 | 1,37 | 8,20 |
| | | 2,00 | 1,80 | 10,79 |
| 1 1/2 | 40 | 1,50 | 1,72 | 10,32 |
| | | 2,00 | 2,27 | 13,62 |
| | | 3,00 | 3,22 | 19,33 |
| 2 | 50 | 1,50 | 2,32 | 13,93 |
| | | 2,00 | 3,13 | 18,75 |
| | | 3,00 | 4,62 | 27,69 |
| 2 3/8 | 60 | 2,00 | 3,74 | 22,42 |
| | | 3,00 | 5,56 | 33,35 |
| 3 | 75 | 2,00 | 4,65 | 27,88 |
| | | 3,00 | 6,88 | 41,26 |
| | | 4,00 | 9,11 | 54,64 |
| 4 | 100 | 2,00 | 6,22 | 37,30 |
| | | 3,00 | 9,26 | 55,53 |
| | | 4,00 | 12,28 | 73,66 |

* Las medidas en pulgadas son referenciales

Anexo B.3: Características técnicas del material utilizado.



IVAN BORMAN C.A.

760-AISI 1045
Acero al carbono para maquinaria


GENERALIDADES: Acero al carbono sin alear de esmerada manufactura, con buena tenacidad. Característica es su alta uniformidad y rendimiento. Puede utilizarse en condición de suministro o con tratamiento térmico de temple y revenido. Aplicable a partes relativamente simples de máquinas. Dureza de suministro aproximada: 200 HB

ANÁLISIS TÍPICO %

| | C | Si | Mn | P | S |
|-----------|-----------|------|-----------|-------|-------|
| 760 | 0.50 | 0.30 | 0.60 | — | 0.04 |
| AISI 1045 | 0.43-0.50 | — | 0.60-0.90 | 0.040 | 0.050 |

EQUIVALENCIAS:

| | | | |
|------|--------|----------|-------|
| AISI | 1045 | DIN | CK45 |
| SAE | C1045 | UDDEHOLM | UHB11 |
| W.Nr | 1.1820 | | |

PROPIEDADES MECÁNICAS:

| Resistencia a la Tracción | 65 kg/mm ² |
|---------------------------|-----------------------|
| Esfuerzo de cedencia | 32 kg/mm ² |
| Elongación, A5 | min 10% |
| Reducción de área | 40% |
| Dureza | 220-235 |

APLICACIONES:

Componentes sencillos, como por ej:

- Pernos
- Chavetas
- Piezas de mediana resistencia para aplicación automotriz
- Ejes

TRATAMIENTO TÉRMICO:

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Forjado | 800-1050 °C |
| Normalizado | 830-850 °C |
| Temple (agua) | 770-810 °C |
| Temple (aceite) | 790-830 °C |
| Revenido (herramientas de corte) | 100-300 °C |
| Revenido de bonificación | 550-650 °C |

MEDIDAS EN STOCK

REDONDO

| mm | APROX. PULGADAS | PESO APROX. kg/m |
|-----|-----------------|------------------|
| 100 | 4 | 61.7 |
| 115 | 4 1/2 | 81.5 |
| 125 | 5 | 96.3 |
| 150 | 6 | 139.0 |
| 170 | 6 11/16 | 178.0 |
| 180 | 7 1/8 | 199.0 |
| 190 | 7 1/2 | 222.3 |
| 200 | 7 7/8 | 250.1 |
| 230 | 9 | 326.4 |
| 250 | 9 7/8 | 383.1 |
| 305 | 12 1/64 | 576.0 |
| 350 | 13 25/32 | 756.0 |

CUADRADO

| mm | APROX. PULGADAS | PESO APROX. kg/m |
|-------|-----------------|------------------|
| 6x6 | 1/4x1/4 | 0.3 |
| 8x8 | 5/16x5/16 | 0.5 |
| 10x10 | 3/8x3/8 | 0.8 |
| 12x12 | 1/2 x 1/2 | 1.2 |
| 16x16 | 5/8x5/8 | 2.1 |
| 20x20 | 25/32x25/32 | 3.2 |
| 25x25 | 1x1 | 5.0 |
| 30x30 | 1 3/16x1 3/16 | 7.2 |
| 35x35 | 1 3/8x1 3/8 | 9.8 |
| 40x40 | 1 9/16x1 9/16 | 12.6 |
| 45x45 | 1 3/4 x 1 3/4 | 15.9 |
| 50x50 | 2x2 | 19.6 |
| 60x60 | 2 3/8 x 2 3/8 | 28.3 |
| 70x70 | 2 3/4 x 2 3/4 | 39.0 |
| 80x80 | 3 5/32 x 3 5/32 | 50.2 |
| 90x90 | 3 9/16 x 3 9/16 | 63.6 |

Nota: Laminado en caliente

Anexo B.4: Características técnicas de las llantas.

...y espere nuevos productos!

Pesadas



Serie 44-45
Diámetros 4, 5, 6 y 8".
Capacidad de Carga 130 a 500Kg/rueda.

Soporte de acero estructural galvanizado. Dos pistas de rodamiento endurecidas. Con graseras de lubricación. Especial para carros, plataformas, estibas y todos los sistemas de transporte industrial. Disponibles fijas y giratorias.



Serie 47
Diámetros 4, 5, 6 y 8".
Capacidad de Carga 130 a 500Kg/rueda.

Soporte de acero estructural galvanizado, de giro suave y muy ajustado, con balinera de precisión. Libre de mantenimiento. Su compañero fijo es el soporte de la Serie 44. Disponibles fijas y giratorias.



Serie 54-55
Diámetros 4, 5, 6, 8, 10 y 12".
Capacidad de Carga 400 a 1200Kg/rueda.

Soporte en lámina de grueso calibre. Doble pista de rodamiento. Con rodamiento de rodillos cónicos, que proporciona óptimo giro y gran capacidad para soportar cargas combinadas. Para carros de transporte y plataformas industriales de muy variadas condiciones. Disponibles fijas y giratorias.



Serie 65A Giratorio
Diámetros 4, 6 y 8".
Capacidad de Carga 650 kg/rueda

Brazos soldados por fuera y por dentro, plataforma fabricada en acero de alto carbono, sin remaches, cero mantenimiento. Industria de alimentos, plataformas industriales y aeropuertos.

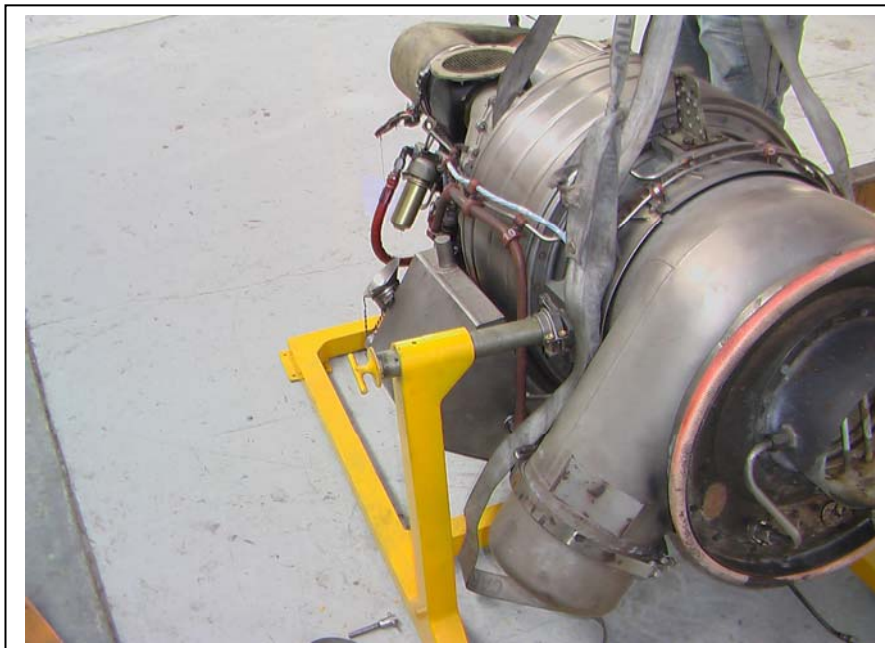
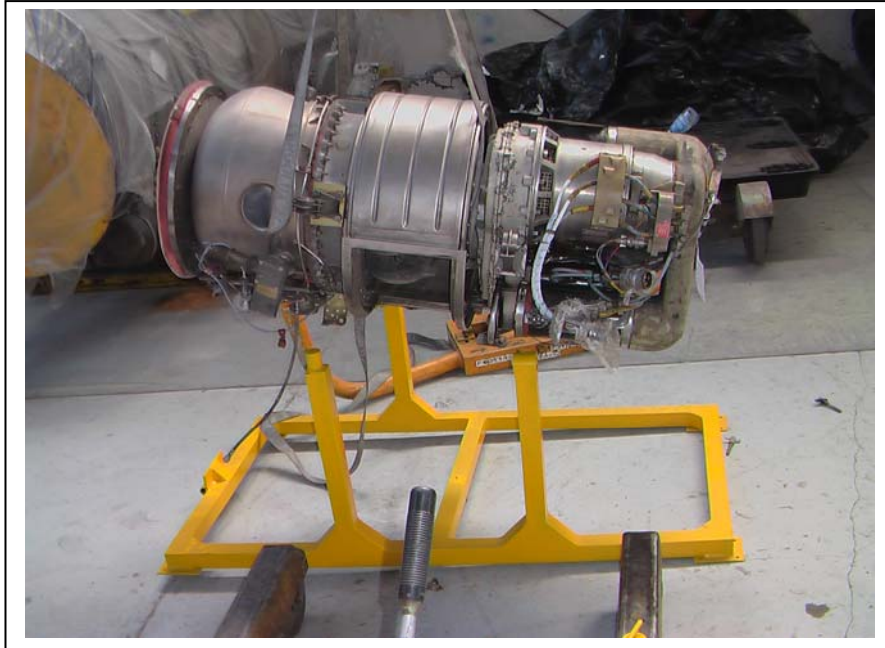
Imsa · colson

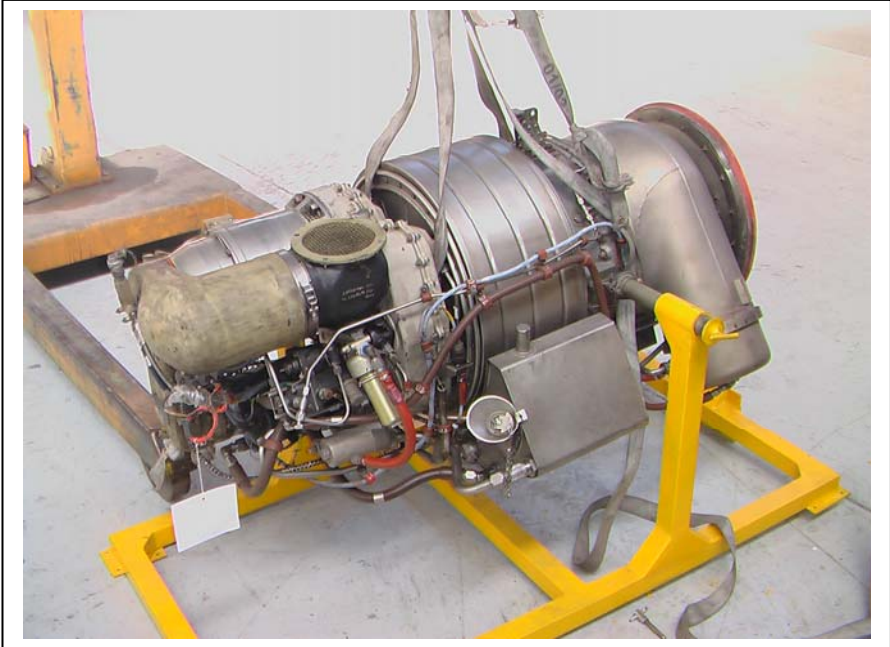
Anexo B.5: Módulo resistente da la sección.

| DIMENSIONES | | | AREA | EJES X-Xe Y-Y | | |
|-------------|---------------|--------------|-------------------------|----------------------|----------------------|---------|
| A mm | ESPESOR mm | PESO Kg/m | AREA cm ² | I cm ⁴ | W cm ³ | i cm |
| 20 | 1,2 | 0,72 | 0,90 | 0,53 | 0,53 | 0,77 |
| 20 | 1,5 | 0,88 | 1,05 | 0,58 | 0,58 | 0,74 |
| 20 | 2,0 | 1,15 | 1,34 | 0,69 | 0,69 | 0,72 |
| 25 | 1,2 | 0,90 | 1,14 | 1,08 | 0,87 | 0,97 |
| 25 | 1,5 | 1,12 | 1,35 | 1,21 | 0,97 | 0,95 |
| 25 | 2,0 | 1,47 | 1,74 | 1,48 | 1,18 | 0,92 |
| 30 | 1,2 | 1,09 | 1,38 | 1,91 | 1,28 | 1,18 |
| 30 | 1,5 | 1,35 | 1,65 | 2,19 | 1,46 | 1,15 |
| 30 | 2,0 | 1,78 | 2,14 | 2,71 | 1,81 | 1,13 |
| 40 | 1,2 | 1,47 | 1,80 | 4,38 | 2,19 | 1,25 |
| 40 | 1,5 | 1,82 | 2,25 | 5,48 | 2,74 | 1,56 |
| 40 | 2,0 | 2,41 | 2,94 | 6,93 | 3,46 | 1,54 |
| 40 | 3,0 | 3,54 | 4,44 | 10,20 | 5,10 | 1,52 |
| 50 | 1,5 | 2,29 | 2,85 | 11,06 | 4,42 | 1,97 |
| 50 | 2,0 | 3,03 | 3,74 | 14,13 | 5,65 | 1,94 |
| 50 | 3,0 | 4,48 | 5,61 | 21,20 | 8,48 | 1,91 |
| 60 | 2,0 | 3,66 | 3,74 | 21,26 | 7,09 | 2,39 |
| 60 | 3,0 | 5,42 | 6,61 | 35,06 | 11,69 | 2,34 |
| 75 | 2,0 | 4,52 | 5,74 | 50,47 | 13,46 | 2,97 |
| 75 | 3,0 | 6,71 | 8,41 | 71,54 | 19,08 | 2,92 |
| 75 | 4,0 | 8,59 | 10,95 | 89,98 | 24,00 | 2,87 |
| 100 | 2,0 | 6,17 | 7,74 | 122,99 | 24,60 | 3,99 |
| 100 | 3,0 | 9,17 | 11,41 | 176,95 | 35,39 | 3,94 |
| 100 | 4,0 | 12,13 | 14,95 | 226,09 | 45,22 | 3,89 |
| 100 | 5,0 | 14,40 | 18,36 | 270,57 | 54,11 | 3,84 |

ANEXO C
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Anexo C.1: Fotografías de la prueba final con el APU.







ANEXO D
CARTA DE ACEPTACIÓN DEL USUARIO

CERTIFICADO

Certifico que:

El Sr. **GALINDO GALLEGOS EMERSON RUBEN** con Cl. 100284372-8 ha presentado el trabajo de grado cuyo tema es "Construcción de un coche transportador para el APU de los Aviones Boeing 737-200" para la sección del área de Mantenimiento de la Compañía AEROGAL, el cual se está haciendo la respectiva evaluación para la adquisición del equipo de apoyo en tierra.

El interesado puede hacer uso de este certificado como crea conveniente.

Quito, 25 de Agosto del 2009

Atentamente,



Ing. Marco Valencia
**GERENTE DE MANTENIMIENTO
AEROGAL S.A.**

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Émerson Rubén Galindo Gallegos.

NACIONALIDAD: Ecuatoriana.

FECHA DE NACIMIENTO: 9 de Abril de 1984.

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 100284372-8.

TELÉFONOS: 062915540 / 094183023.

CORREO ELECTRÓNICO: eg_emerson@hotmail.com

DIRECCIÓN: Cotacachi calle Petrona Pineda 2047 y Esmeraldas.



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA

- Escuela Particular "Santísimo Sacramento" en la ciudad de Cotacachi.

SECUNDARIA

- Instituto Técnico Superior "Otavalo" en la ciudad de Otavalo.

TÍTULO OBTENIDO

- Bachiller en Ciencias Física Matemáticas.

SUPERIOR

- "Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico".

TÍTULO OBTENIDO

- Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica-Motores.

OTROS ESTUDIOS:

- Escuela de Idiomas del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, Título obtenido: Suficiencia en el idioma inglés, 6 niveles.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- Pasante en la Sección de Mantenimiento de los aviones Boeing 727 y 737 de la compañía AEROGAL en Quito durante 4 meses (Septiembre del 2007 hasta enero del 2008).

CURSOS Y SEMINARIOS

- Escuela Politécnica del Ejército-Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, “II Jornadas de Ciencia y Tecnología ESPE-ITSA 2005”, Latacunga-Cotopaxi.
- Fuerza Aérea Ecuatoriana-Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, “III Jornadas de Ciencia y Tecnología ITSA 2006”, Latacunga-Cotopaxi.
- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo-Facultad de Mecánica, “Resistencia de Materiales con los Ensayos de: Tracción, Compresión, Torsión, Dureza, Flexión, y; Charpy”, Riobamba-Chimborazo.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

ÉMERSON RUBÉN GALINDO GALLEGOS

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. GUILLERMO TRUJILLO

Latacunga, 31 de Agosto del 2009