



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD TICOMAN**

**“ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA REPARACIÓN MAYOR  
DEL MOTOR ARRIEL 1B”**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN AERONÁUTICA**

**PRESENTAN:**

**BARRIENTOS ANAYA ANTONIO**

**LOA RAMÍREZ LUIS ALBERTO**

**SÁNCHEZ MARTÍNEZ SAID ALAN**

**ASESORES:**

**ING. RUBÉN OBREGÓN SUÁREZ**

**ING. JOSÉ ALONSO MENDOZA AGUIRRE**



**MEXICO, D.F. 2011**

# **“Análisis de Factibilidad de la Reparación Mayor del Motor Arriel 1B”**

## **INTRODUCCIÓN**

### **CAPITULO I: PROTOCOLO DE INVESTIGACION**

- 1.1 Planteamiento del problema
- 1.2 Justificación del proyecto
- 1.3 Hipótesis General
  - 1.3.1 Hipótesis Particulares
- 1.4 Objetivo General
  - 1.4.1 Objetivos Particulares
- 1.5 Alcance

### **CAPITULO II: CERTIFICACIÓN PROVISIONAL DE LA ESCUELA COMO TALLER AERONÁUTICO.**

- 2.1 Metodología
- 2.2 Historia
- 2.3 Especificaciones Técnicas, Modelo Helicóptero y Motor
- 2.4 Planta Motriz (Motor Arriel)
- 2.5 Reglamentación Aérea
- 2.6 NOMS
- 2.7 Leyes, Reglamentos y NOMs aplicables a un taller aeronáutico
- 2.8 Análisis de las NOMS
- 2.9 Recursos Humanos de ESIME TICOMÁN

## **CAPITULO III: RECURSOS MATERIALES DE ESIME TICOMÁN PARA AFRONTAR LA REPARACIÓN DEL MOTOR.**

- 3.1 Recursos Existentes
- 3.2 Recursos Deseables
- 3.3 Recursos Necesarios

## **CAPITULO IV. ANALISIS DE COSTOS DE LA REPARACIÓN PARA EL MOTOR ARRIEL 1B**

- 4.1 Tiempos y diagramas de Gantt.
- 4.2 Costos de personal, herramienta y consumibles.
- 4.3 Costos y tiempos en un taller externo.
- 4.4 Directivas de Aeronavegabilidad aplicables al motor.
- 4.5 Comparación de la factibilidad de la reparación del motor.

## **APENDICE HERRAMIENTAS**

## **ANEXO**

## **CONCLUSIONES**

## **GLOSARIO**

## **REFERENCIAS**

## INTRODUCCIÓN

Al realizar la donación del helicóptero se estableció como condición que e mismo no podría ser aeronavegable, es decir, se acordó con la Secretaría de Seguridad Pública que el helicóptero no volvería a volar.

Actualmente se tiene un diagnóstico detallado de las fallas que se tienen en el motor, además de los mantenimientos que por hora de vuelo se deben de efectuar al helicóptero. Es importante señalar que solo se realizará un estudio en el cual nos mostrará lo más económico o lo más conveniente que resulte el mantenimiento mayor con toda la infraestructura de la escuela en comparación con un Taller Aeronáutico Autorizado o en su caso con el fabricante mismo.

Para la realización de la reparación mayor del motor en la escuela, es necesario tener en cuenta algunos factores entre ellos son: capacidad técnica, herramienta, espacios, términos del convenio por el cual fue donado el helicóptero, normatividad que regula los procesos de un mantenimiento mayor a una aeronave, factores económicos, etc.

# **CAPITULO I: PROTOCOLO DE INVESTIGACION**

## **1.1 Planteamiento del Problema**

El 17 de Noviembre de 2006 fue donado el helicóptero AS350B ECUREUIL de fabricación francesa Eurocopter por parte de la Secretaría de Seguridad Pública del Gobierno del Distrito Federal a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticomán, con el propósito de fortalecer los conocimientos y la preparación de los alumnos en ingeniería en aeronáutica. Al conocer las condiciones del helicóptero, se determinó la falla y falta de componentes en los sistemas, los cuales necesitan una reparación mayor.

En particular para esta tesina solo se está contemplando el análisis de factibilidad para la reparación del motor Arriel 1B que está instalado en el helicóptero AS350B Ecureuil, el cual requiere una reparación mayor.

Para realizar la reparación que necesita el motor, solo el fabricante Turbomeca lo puede realizar ya que no se cuenta con un taller autorizado por Turbomeca en México, esto implicaría mandar el motor a Francia ó a Estados Unidos de Norte América. Es por eso que se realizará el Análisis de Factibilidad de la reparación mayor del motor Arriel 1B para comparar el costo que implicaría mandar el motor a reparar o bien en su caso realizarlo en las instalaciones de la escuela.

## 1.2 Justificación

Justificando el estado operativo en el cual la aeronave fue entregada al Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME Ticomán) nos hemos dado a la tarea de realizar este trabajo con el fin de contribuir con un extenso análisis de factibilidad en la reparación del motor con el que esta cuenta. La investigación primordialmente va dirigida para promover el conocimiento teórico y práctico adquirido durante el periodo de la carrera y el seminario para la solución de problemas enfocados en la administración del mantenimiento que en un futuro el alumno enfrentará en el campo laboral, es por eso que se deben de encontrar sistemas comparativos que siempre reduzcan gastos y tiempos para la obtención de un flujo de trabajo constante.

Se trata de encontrar maneras eficientes y eficaces de obtener los recursos necesarios para poder concretar el análisis de la reparación del motor ya sea en las instalaciones de la escuela ó en un taller del fabricante, siempre y cuando los resultados generados por dicha investigación se muestren óptimos.

### 1.3 Hipótesis

La Dirección de ESIME Ticomán no ha presentado el interés necesario para aprovechar los recursos con los que el alumno puede aprovechar para la puesta en práctica de sus conocimientos teóricos y el apoyo con los recursos que se puedan resultar necesarios para la reparación del motor de la aeronave, dando como consecuencia una deficiencia en las prácticas que en un futuro el alumno podrá desempeñar con un mejor conocimiento.

#### *1.3.1 Hipótesis particulares:*

- 2 La escuela no ha realizado labores informativas y verificativas del estado en el que se encuentra el motor y de lo importante que sería que este funcionara correctamente para la mejora de las cátedras en las materias correspondientes.
  
- 3 La escuela no tiene el interés por reparar el motor de la aeronave debido a que no cuenta con las herramientas tecnológicas ni el personal capacitado para poder enfrentar una reparación mayor del motor del Helicóptero.



## 1.4 Objetivo

Obtención de un Análisis de Factibilidad que demuestre resultados concretos y factibles de cómo facilitar la reparación del motor del helicóptero, ya sea dentro de la escuela, y de ser así manejar las cuestiones legislativas con DGAC para acreditarla como un Taller Aeronáutico Autorizado provisional o bien encontrar un Centro de Servicio Autorizado por parte del fabricante del motor (TURBOMECA) para tener como resultado final la decisión por cual se optará.

### 1.4.1 Objetivo Particulares:

- Analizar la posibilidad de poner en funcionamiento el motor Arriel 1B del Helicóptero 350B por medio de un análisis de factibilidad con todas las capacidades de la escuela comparándolo con una cotización del fabricante.
- Conocer y aplicar todos los recursos tecnológicos y humanos de la escuela para poner en operación el motor Arriel 1B, consiguiendo así la formación de un equipo estudiantil que cuente con mayor especialidad y profesionalismo para los afrontes futuros en el campo laboral.

## 1.5 Alcance

El alcance al que se desea llegar, es concretar la reparación del motor Arriel 1B del Helicóptero AS350B, utilizando los recursos con los que cuenta el Instituto Politécnico Nacional, principalmente la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticomán; logrando poner en funcionamiento el motor para fines didácticos y lograr la optimización de dicha aeronave en cuestión de planta motriz, gracias a que la escuela esta apta para llevar a cabo dicha reparación en cuestión de Infraestructura, así como también de herramienta y personal calificado para llevarla a cabo.

Esta reparación se logrará administrando y gestionando todos los recursos con los que cuenta la Institución para ahorrar costo en materiales, los cuales pueden ser fabricados por la Institución misma; así como también utilizando al propio alumnado que desee participar en la reparación mayor del motor evitando gastos de mano de obra por hombre.

Puesto que la ESIME Ticomán es un centro de enseñanza y cuenta con herramientas, software y capacidades técnicas-administrativas, es posible llevar a cabo dicho trabajo si se llegan a explotar sus capacidades al máximo, impulsando el desarrollo y aprendizaje de sus alumnos, generando capacidad de experiencia profesional en los participantes que se involucren en la reparación mayor del motor Arriel 1B.

# **CAPITULO II: CERTIFICACIÓN DE LA ESCUELA COMO TALLER AERONÁUTICO**

## 2.1 Metodología

Se comenzara con la planeación del problema siguiendo con la elaboración de objetos y planteamientos continuos de hipótesis y teorías, para así pasar a la investigación y comprobación de los resultados obtenidos dando con esto finalmente la llegada de la comprobación de dichos procesos o pasos mencionados para así poder llegar a un resultado final y emitirlo de forma segura y confiable a las autoridades competentes para la búsqueda de soluciones y resoluciones a los problemas que en nuestro caso sería obtener el análisis de factibilidad previo a la autorización de la reparación del motor del helicóptero.

En base de procesos o pasos que se van a seguir se enuncian los siguientes:

- Evaluación con el fabricante
- Comparación entre la escuela y el fabricante
- Condiciones del motor Arriel 1B
- Requisitos para la reparación
- Infraestructura de la escuela
- Conclusiones

## 2.2 Historia

El AS350 Ecureuil es un helicóptero ligero monomotor originalmente fabricado por la compañía francesa Aérospatiale<sup>1</sup>, ahora en el Grupo Eurocopter. El AS350 es comercializado en Norteamérica como AStar, del AS350 ECUREUIL hay dos variantes: el Eurocopter AS 355 Ecureuil 2, que es una versión bimotor, y el Eurocopter EC 130, que es una versión mejorada del monomotor AS 350.

La fabricación del helicóptero fue iniciada a principios de la década de los 70 contando con 6 plazas siendo este prototipo fue equipado con el motor Avco Lycoming LTS-101 el 27 de junio de 1974 posteriormente se eligió al motor Turbomeca Arriel 1B el 14 de febrero de 1975 su objetivo principal era sustituir al antiguo modelo Alouette, certificándose en octubre de 1977.

---

<sup>1</sup> **Aérospatiale.-** creada en 1970 fue una empresa aeroespacial francesa manufacturera principalmente de aeronaves y de cohetes tanto civiles como militares.

Los ingenieros de Aérospatiale-Eurocopter aprovechando los conocimientos que se tenían sobre los antiguos modelos Alouette, centraron todos los esfuerzos de diseño posibles para poder vencer dos obstáculos principales: costos de operación y niveles de ruido, por lo que se necesitaban nuevas invenciones en los sistemas rotor-propulsor de la planta motriz con el fin de tener costos más bajos de mantenimiento y de operación (combustible/litro) y un nuevo diseño del rotor principal de tres palas con cabeza de fibra de vidrio a la que se denominó cabeza Starflex. Los goznes de pala del rotor se reemplazaron por articulaciones de rótula sin mantenimiento, unidas a las palas de fibra de vidrio con protección de acero inoxidable en los bordes de ataque.

En la elección de la planta motriz se eligió una transmisión muy simplificada que une el rotor principal y rotor de cola con la planta motriz turbomeje, la cual consistió en un Turbomeca Arriel de 641 CV. (Monoturbomeje especialmente desarrollado para aplicaciones tales como el Ecureuil. La estructura se basa en una configuración estándar de un helicóptero ligero; construcción en pod y larguero, unidad de cola con aletas dorsales y ventrales y un estabilizador horizontal. El tren de aterrizaje es de tipo patín de tubo de acero, y puede disponerse de tren de flotación de emergencia si este lo requiere, igual que un equipo adicional que incluye un amplio espectro de aviónica y una cabina con sistema de aire acondicionado.

Se comenzó a comercializar alrededor del mundo fácilmente en 1978 con un modelo inicial AS 350B equipado con Motor Arriel. Sin embargo éstas no serían sus etapas finales, se iniciarían a partir de 1991 hasta 1998 ciertas innovaciones y adecuaciones en los siguientes modelos:

- AS 350B - equipado con una turbina Turbomeca Arriel 2B1.
- AS 350B1 - equipado con una turbina Turbomeca Arriel 1D.
- AS 350B2 - conocido en Norte América como SuperStar, equipado con una turbina mejorada Turbomeca Arriel 1D1.
- AS 350B3 - versión de alto rendimiento, está equipado con un Turbomeca Arriel 2B además de un control automático de la turbina (FADEC - Full Authority Digital Engine Control).
- AS 350BA - equipado con una turbina Turbomeca Arriel 1B.

- AS 350BB Eurocopter Squirrel HT1, versión militar del AS 350BB fabricado para la RAF inglesa y utilizado como un helicóptero de entrenamiento.
- Eurocopter Squirrel HT2, versión militar del AS 350BB fabricado para los Army Air Corps ingleses y utilizado como un helicóptero de entrenamiento.
- AS 350C - equipado con una Lycoming LTS-101-600A2, esta versión fue fabricada para el mercado estadounidense y es conocido como AStar.
- AS 350D - reemplazó al AS 350C con una turbina más potente.

## 2.3 Especificaciones Técnicas

### Características generales

- Tripulación: 1
- Capacidad: 5 pasajeros
- Longitud: 12,94 m
- Diámetro rotor principal: 10,69 m
- Altura: 3,14 m
- Área circular: 89,75 m<sup>2</sup>
- Peso vacío: 1.175 kg
- Peso máximo al despegue: 2.250 kg
- Planta motriz: 1x turboeje Turbomeca Arriel 2B, 632 kW (847 SHP)

### Rendimiento

- Velocidad nunca excedida (Vne): 155 nudos (287 km/hora)
- Velocidad crucero (Vc): 140 nudos (259 km/hora)
- Alcance: 352 mn (652 km)
- Techo de servicio: 17.323 pies (5.280 m)
- Trepada: 2.028 pies/min

Aviónica

- VEMD Pantalla multifunción vehículo y motor (Vehicle and Engine Multifunction Display).
- FADEC Control completo digital del motor (Full Authority Digital Engine Control).

## **2.4 Planta Motriz**

El helicóptero cuenta con una planta motriz denominada turbosje o en inglés turboshaft, el cual es un motor de turbina de gas que entrega potencia a través de un eje. Es similar al motor turbohélice pero, a diferencia de éste, no mueve directamente una hélice. Normalmente este es ocupado como motor de aviación para la propulsión de helicópteros.

### *Diseño*

Como se mencionó anteriormente los turbosje/turboshaft tienen un diseño general muy cercano al de un motor turbohélice. La diferencia principal radica en que el segundo produce algún empuje de propulsión residual que complementa el empuje del eje propulsor, por lo tanto son motores compactos y ligeros que dan como resultado gran potencia.

### *Aplicaciones*

Este tipo de motores se usan comúnmente en:

- Helicópteros
- Barcos
- Carros de Combate
- Locomotoras

### *Turbomeca*

Turbomeca se especializa en el diseño, la producción, la venta y el apoyo de bajo y mediana potencia de turbinas de gas para helicópteros. Incluidos sus programas conjuntos con otros fabricantes, Turbomeca es hoy el principal fabricante de motores de helicópteros en el

mercado internacional, ofreciendo una gama completa de servicios vinculados a los clientes, dondequiera que opere. La empresa también desarrolla y comercializa los motores de turbo-reacción para aviones.

La experiencia con la que atribuye turbomeca, permite a los clientes beneficiarse de la última tecnología con un potencial real para mejorar la potencia, y de un motor de seguimiento, velando por mantener los motores en su total rendimiento como lo siguiente:

#### Turbofigures

71 años de experiencia en el mercado mundial

88 millones de horas de funcionamiento

50.000 motores de su propio diseño

15200 turbinas actualmente en funcionamiento

2,350 clientes en 155 países

#### TurboPower

450 – 3.000 SHP para helicópteros

2.670 – 3.750 daN para motores de aviones a reacción

- TurboDeployment

15 sitios y 1 subsidiarios

26 Centros TurboSupport

24 Centros de Reparación

90 técnicos y representantes sobre el terreno en todo el mundo.

Los motores turboeje de Turbomeca, satisfacen perfectamente tanto a helicópteros civiles como a militares. Su diseño modular facilita operaciones de mantenimiento. Los motores Turbomeca están diseñados con el alto nivel de potencia (hasta el 20%) para una amplia serie de usos.

Turbomeca ofrece hoy dos familias de motor – Arrius y Arriel para helicópteros ligeros y medianos con uno o dos motores. Estas familias de motor, incluyendo sus versiones sacadas, impulsan una amplia gama de helicópteros civiles del Eurocopter (Ecureuil, Dauphin, EC135, etc.), Agusta (A109 Power) y Sikorsky (S76), pero también el Eurocopter Fennec y Panther o Agusta A109 Power helicópteros militares.



## Motor Arriel

Turbomeca ha producido más de 8.200 motores Arriel turbosélice hasta la fecha, registrando más de 27 millones de horas de vuelo con más de 1300 clientes en 110 países.

Desde su lanzamiento en 1977, hubo 28 versiones diferentes del Arriel, impulsando 28 tipos diferentes de helicópteros ligeros y medianos. Hoy, hay dos variantes básicas en la familia Arriel de Turbomeca; Arriel 1 y Arriel 2. La potencia al despegue se extiende 478 kws (680 hp de eje) a 704 kws (944 hp).

El 6,000 Arriel fue entregado en 2005. Nuevas versiones actualmente están siendo desarrolladas con la producción y ventas aun en aumento. Este número representa un caso exitoso único en la industria, empujando el Arriel a la posición de líder mundial en su categoría. Dos nuevas versiones, el Arriel 2C2 y el Arriel 2S2 han sido desarrolladas, respectivamente para el Eurocopter EC 155B y el Sikorsky S-76 C++.

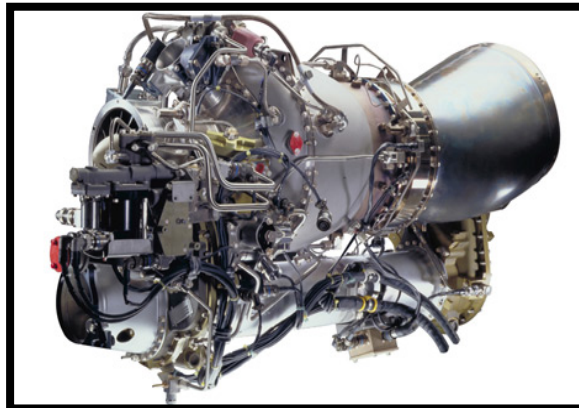


Fig.2.4.1 Motor Turbomeca Arriel 1B

El manual de mantenimiento del motor los divide en 5 secciones que son:

- Accesorios de la caja de transmisión más el eje de la transmisión (Módulo M01)
- Compresor Axial (Modulo M02)
- Alta presión de la cámara de combustión (Modulo M03)
- Turbina de potencia (Modulo M04)
- El reducción de la caja de transmisión (Modulo M05)

## Condiciones actuales del Helicóptero y motor Arriel 1B

- El helicóptero tiene 26 años de servicio y cumpliendo más de 5000 horas de vuelo.

Las condiciones actuales del motor son:

El fabricante dio un dictamen que en el se mencionaba: “Fisura en la 1ra Etapa y rozamiento en compresor centrífugo”. Conforme al manual tenemos la siguiente definición para este dictamen:

El tiempo entre reparación mayor (TBO)<sup>2</sup> de cualquier material (motores, módulos, equipos o accesorios) es la duración autorizada de la operación antes de que sea obligatorio para enviar este material de nuevo para una reparación mayor, después de un servicio con las condiciones de funcionamiento normales.

Las condiciones normales de operación son las que están conforme a los criterios establecidos por el fabricante y las autoridades de aeronavegabilidad de la certificación del motor. El TBO se da en las horas de vuelo.

### **NOTA:**

Las horas de vuelo, se contará como sigue: el tiempo registrado desde el momento en que las ruedas (o los patines de aterrizaje), dejen la tierra y el momento en que las ruedas (o los patines de aterrizaje), toquen el suelo.

Además de la reparación en 1 etapa de turbina y el rozamiento en compresor centrífugo, es necesario el reemplazo de la bomba de combustible así como la unidad del subconjunto de medición y el reemplazo de la válvula de combustible.

---

<sup>2</sup> **TBO.-** Time Between Overhaul.

## 2.5 Reglamentación Aérea

La Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT) a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) ejerce la autoridad sobre el medio aeronáutico. La cual cuenta con la siguiente estructura interna:

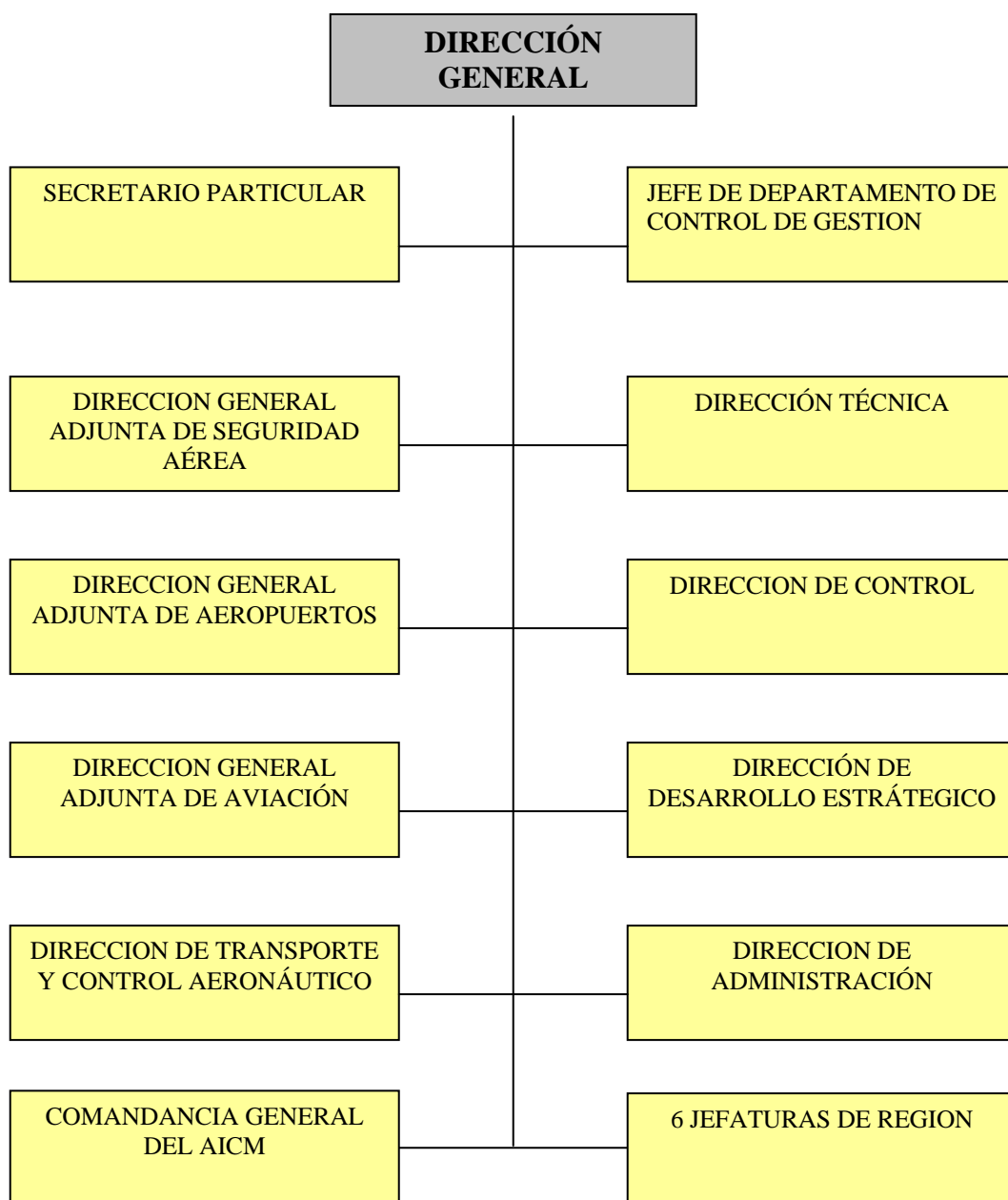


Fig. 2.5.1 Organigrama D.G.A.C.

Con lo que respecta al tema que estamos desarrollando en esta tesina, es importante tomar en cuenta la Dirección de Control;

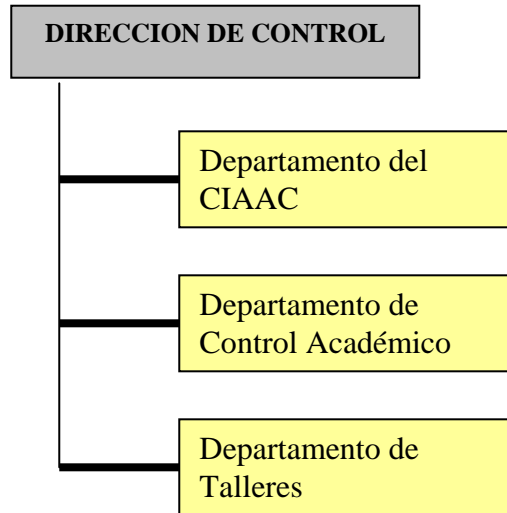


Fig. 2.5.2 Organigrama Dirección de Control

**Dirección de Control.-** Esta dirección constituye el vínculo entre la DGAC y la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI). El CIAAC<sup>3</sup>, que es un centro de formación de personal técnico aeronáutico creado por la OACI en México para Hispanoamérica, depende de esta dirección. A través de su departamento de control académico expide permisos para todo tipo de escuelas técnicas de aviación. (Centros de formación, de capacitación, etc.).

Su departamento de talleres controla la certificación y los permisos de los talleres de mantenimiento de aeronaves y motores en territorio nacional, y de aquellos talleres en el extranjero que dan servicio a aeronaves mexicanas.

Es por eso que si requerimos que en la escuela se repare el motor del helicóptero necesitamos certificar la escuela como taller autorizado para el mantenimiento de aeronaves y motores apegándonos a la normatividad correspondiente.

---

<sup>3</sup> Centro Internacional de Adiestramiento de Aviación Civil

## CONCEPTOS GENERALES DE DERECHO

Para comprender y resolver ciertas dudas que puedan surgir en los siguientes temas a tratar se anexara a continuación una breve descripción de los procesos de creación de la legislación aeronáutica nacional o internacional.

### Estado

Los individuos se agrupan entre sí sólo porque hay elementos comunes entre los que los vinculan. Los vínculos más elementales y burdos son aquellos como el lenguaje, el color de piel y el género. Otros vínculos más elaborados son aquellos como las preferencias deportivas, la religión y la música. Vínculos más sofisticados son como los políticos y los filosóficos. El sentido común diría que los vínculos más sofisticados descartan la aplicabilidad de los más rudimentarios al momento de crear sociedades, incluyendo al lenguaje (por ejemplo, en Suiza se hablan tres idiomas). El resultado social más notable de esta vinculación es el Estado, que consta de tres elementos básicos:

1. Población
2. Territorio
3. Gobierno

### *Población*

Es el conjunto de los elementos humanos que se han unido por diversos vínculos, y que persiguen un bien común.

### *Territorio*

Es una extensión territorial (continental, insular y/o marítima) bien definida que es declarada como propiedad de una población.

Las fronteras entre los países han sido establecidas a lo largo de la historia como resultado de guerras y tratados. En los casos de los límites marítimos, existen tratados aceptados internacionalmente que establecen distancias partir de costas e islas para definir soberanías

sobre territorios. Las aguas no comprendidas por ningún país son consideradas aguas internacionales, y el espacio aéreo situado sobre ellas espacio aéreo internacional. En estos casos, las actividades marítimas y aéreas estarán sujetas a los tratados y convenios internacionales.

El territorio mexicano cuenta con una superficie total de alrededor de 5'000,000km (cuadrados) de los cuales casi 2'000,000 son continentales, y el resto son territorio marítimo e insular.

### *Gobierno*

Es el elemento constitutivo del Estado a través del que se establece un sistema de orden entre la población. A lo largo de la historia ha habido muchos modelos políticos y económicos que han tratado de buscar que el gobierno brinde el mejor beneficio a la población. Se rija bajo el sistema que se rija, el gobierno siempre necesita de bases para poder realizar sus actividades. Las bases fundamentales son las normas.

### *Ley*

Una ley es una norma de carácter obligatorio y permanentemente que regula ciertas situaciones.

La ley suprema en México es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que fue promulgada el 5 de Febrero de 1917. Ninguna ley que opere en el país puede estar sobre la Constitución, sino regirse por ésta. De hecho, el proceso formativo de las leyes esta poyado en los lineamientos de la Constitución. Según el artículo 49 de nuestra Carta Magna, el Supremo Poder de la Federación se divide en los Poderes Ejecutivo, Judicial y Legislativo. Este último integrado por las cámaras de Diputados y Senadores, es el que emite las leyes mexicanas, que estarán sujetas a veto del Poder Ejecutivo.

El proceso de surgimiento de una ley es conocido como proceso legislativo, y consta de las siguientes etapas:

1. *Iniciativa*. Es la determinación de comenzar el proceso de formación de una nueva ley. Una iniciativa puede ser generada por:

- a. El Presidente de la República.
  - b. Los diputados y los senadores del Congreso de la Unión. Las legislaturas de los Estados.
2. *Discusión.* En esta etapa, en sólo una de las dos Cámaras del Congreso – la de diputados o de senadores- se tratan de establecer los lineamientos de la nueva ley. Las partes participantes presentan sus propuestas y se generan debates según un reglamento, tratando de establecer los criterios más adecuados para el beneficio colectivo. La cámara en la que se genera la discusión se llama Cámara de Origen.
  3. *Aprobación.* En la Cámara de Origen se aprueba la ley, una vez que haya consenso acerca de su contenido. Después, el documento pasará a la otra Cámara del Congreso, que fungirá como Cámara Revisora. En esta última se hace una segunda discusión y otra aprobación.
  4. *Promulgación.* Una vez aprobada por el Congreso la propuesta se envía al Ejecutivo Federal que para que haga la promulgación, que es la aprobación definitiva para que sea considerada una nueva ley. Si el Presidente de la República, haciendo uso de su derecho a veto, sugiere cambios en la propuesta, el congreso deberá someter a discusión y a aprobación tales propuestas. Una vez regresado el documento al Presidente (con o sin cambios), éste tendrá que hacer el decreto de la ley, sin vetar.
  5. *Publicación.* La nueva ley se dará a conocer en el Diario Oficial de la Federación, y se dará un plazo conocido como vacación para que todos los afectados tomen las medidas necesarias para adecuarse a las nuevas disposiciones antes de que sean vigentes.
  6. *Vigencia.* En el Diario Oficial de la Federación se indicará la fecha a partir de la cual entrará en vigor la nueva ley, surtiendo todos sus efectos.

## Reglamento

Un reglamento es una norma de carácter obligatorio que se crea de forma similar a las leyes, y que sirven de extensión a las leyes. Un reglamento extiende, delimita y precisa ciertos

campos definidos de forma general en la ley. De una sola ley se derivarán tantos reglamentos como sean necesarios.

## 2.6 Normas Oficiales Mexicanas

La Organización Internacional de Normalización, o ISO<sup>4</sup>, en su preocupación por elevar los niveles de calidad de productos y servicios alrededor del mundo, generó la serie de normas ISO 9000. Las compañías que las cumplen, obtienen la certificación respectiva por parte de ISO, y esto es observado comercialmente como garantía de la calidad de sus productos. Los gobiernos de la mayoría de los países se esfuerzan en establecer sus marcos legales de forma que los productos y servicios que se generan en ellos se satisfagan los rigores de las exigencias internacionales. El esfuerzo mexicano se hace patente en 1988, con el surgimiento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, que trata de establecer condiciones de compatibilidad y congruencia con la Organización Mundial del Comercio, y después de ser reformada en 1992, con el Tratado de Libre Comercio – TLC o NAFTA<sup>5</sup>.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización permite que se hagan 3 tipos de normas para poder regular distintas actividades:

- a) Normas Mexicanas, NMX
- b) Normas Oficiales Mexicanas, NOM
- c) Normas Oficiales Mexicanas de Emergencia NOM-EM

Las Normas Mexicanas son disposiciones que no tienen cumplimiento obligatorio, sino voluntario, que regulan las características con que deben contar los productos o servicios, así como los métodos de certificación y prueba. Son emitidas por organismos de normalización que son presididos por un grupo de empresarios, comerciantes, sociedades, y por la dependencia gubernamental relacionada con la actividad económica en cuestión.

---

<sup>4</sup> *Internacional Organization for Standardization. Organización Internacional de Estandarización.*

<sup>5</sup> *North America Free Trade Agreement.*



Las Normas Oficiales Mexicanas tienen la misma finalidad que las Normas Mexicanas, pero tienen dos diferencias: son de observancia obligatoria, y son emitidas por el gobierno federal, a través de las secretarías, generalmente.

Las Normas Oficiales Mexicanas de Emergencia se generan de la misma forma que las NOM, aunque con la motivación de atender emergencias como protección de la salud, del medio ambiente, de los servicios o de la economía. Tienen vigencia de hasta seis meses, que existe un procedimiento para volverlas permanentes, y no pueden ser publicadas más de dos veces consecutivas.

El gobierno mexicano estimula la creación de las normas a través de la Comisión Nacional de Normalización, dependiente de la Secretaría de Economía, y que está integrada por 40 miembros, entre los que figuran dependencias gubernamentales como las secretarías, organismos nacionales normalización, cámaras de distintas industrias y diversas asociaciones. Esta Cámara establece cada año un Programa Nacional de Normalización, y coordina a sus miembros para que se pueda cumplir con sus objetivos.

Es muy común el encontrar en la etiqueta de un equipo eléctrico o electrónico una etiqueta con una serie de símbolos. Muchos de éstos indican que se cumplen especificaciones y normas de calidad de ciertos países. La marca NOM entre dos líneas horizontales indica que se satisfacen las normas Oficiales Mexicanas aplicables al producto o servicio.



Fig. 2.6.1. Indicadores de cumplimiento de especificaciones

Las Normas Oficiales Mexicanas constituyen un tipo de normatividad administrativa referente a un rubro muy particular. Mientras que las leyes y los reglamentos pueden abarcar una gran variedad de tópicos, una Norma Oficial Mexicana sirve para satisfacer las necesidades de normatividad respecto a un tema bien delineado. Existen Normas Oficiales Mexicanas para una gran diversidad de actividades englobadas por todas las Secretarías. Algunas de aquellas con aplicabilidad en la industria aeronáutica, y que fueron emitidas por el departamento de Normalización de la Dirección Adjunta de Aviación de DGAC, se enlistan a continuación: <sup>6</sup>

- NOM-003-SCT3-2001, Que regula el uso obligatorio dentro del espacio aéreo mexicano, del equipo transponedor para aeronaves, así como los criterios para su instalación, certificación y procedimientos de operación
- NOM-006-SCT3-2001, Que establece el contenido del Manual General de Mantenimiento
- NOM-008-SCT3-2002, Que establece los requisitos técnicos a cumplir por los concesionarios y permisionarios del servicio al público de transporte aéreo, para la obtención del certificado de explotador de servicios aéreos, así como los requisitos técnicos a cumplir por los permisionarios del servicio de transporte aéreo privado comercial
- NOM-009-SCT3-2001, Que regula los requisitos y especificaciones para el establecimiento y funcionamiento de las oficinas de despacho y las de despacho y control de vuelos
- NOM-011-SCT3-2001, Que establece las especificaciones para las publicaciones técnicas aeronáuticas

---

<sup>6</sup> **Fuente.-** <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/marco-juridico-y-regulatorio/circulares/normas/>

- NOM-012-SCT3-2001, Que establece los requerimientos para los instrumentos, equipo, documentos y manuales que han de llevarse a bordo de las aeronaves
  
- NOM-018-SCT3-2001, Que establece el contenido del Manual de Vuelo
  
- NOM-021/3-SCT3-2001, Que establece los requerimientos que deben cumplir los estudios técnicos para las modificaciones o alteraciones que afecten el diseño original de una aeronave o sus características de aeronavegabilidad.
  
- NOM-021/5-SCT3-2001, Que establece el contenido del Manual de Control de Producción
  
- NOM-022-SCT3-2001, Que establece el uso obligatorio de registradores de vuelo instalados en aeronaves que operen en el espacio aéreo mexicano, así como sus características
  
- NOM-036-SCT3-2000, Que establece dentro de la República Mexicana" la República Mexicana los límites máximos permisibles de emisión de ruido producido por las aeronaves de reacción subsónicas, propulsadas por hélice, supersónicas y helicópteros, su método de medición, así como los requerimientos para dar cumplimiento a dichos límites
  
- NOM-039-SCT3-2001, Que regula la aplicación de directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio a aeronaves y sus componentes
  
- NOM-040-SCT3-2001, Que establece el contenido del Manual de Despacho para Empresas de Transporte Aéreo de Servicio al Público, así como para empresas que prestan el servicio de despacho o despacho y control de vuelos

- NOM-043/1-SCT3-2001, Que regula el servicio de mantenimiento y/o reparación de aeronaves y sus componentes en el extranjero
  
- NOM-051-SCT3-2001, Que regula los procedimientos de aplicación del Sistema Mundial de Determinación de la Posición (GPS), como medio de navegación dentro del espacio aéreo mexicano
  
- NOM-060-SCT3-2001, Que establece los procedimientos para la presentación del reporte de defectos y fallas ocurridas a las aeronaves
  
- NOM-069-SCT3-2001, Que establece el uso obligatorio del sistema de anticolidión de a bordo (ACAS) en aeronaves de ala fija que operen en espacio aéreo mexicano, así como sus características
  
- NOM-070-SCT3-2001, Que establece el uso obligatorio del sistema de advertencia de la proximidad del terreno (GPWS) en aeronaves de ala fija que operen en espacio aéreo mexicano, así como sus características

- **NOM-145/1-SCT3-2001, Que regula los requisitos y especificaciones para el establecimiento y funcionamiento del taller aeronáutico**

- **NOM-145/2-SCT3-2001, Que establece el contenido del Manual de Procedimientos del Taller de Aeronáutico.**

Cabe señalar que éstas normas que se marcan son las que aplicarían para poder aprobar la escuela como un Taller Autorizado Aeronáutico provisional, en el tema 2.8 se analizará a detalle cada una de estas.

La designación de la norma comprende cuatro elementos. Primero, las siglas NOM, seguidas por un número de 3 dígitos. Después, la secretaría que emite la norma, y finalmente, el año de la elaboración. La mayoría de las normas tienen el dígito 3 después de las siglas SCT,

como indicador de que la norma fue elaborada exclusivamente para el medio aeronáutico. Las normas relacionadas con otros rubros, como la marina o con el transporte terrestre, tienen otros dígitos. Las normas que no tienen tal dígito tienen aplicabilidad no exclusiva de aviación sino que aplican también a otros tipos de transporte.

A pesar de que algunas normas lleguen a estar canceladas como todas las de 1994 y 1995, pueden seguir funcionando como guías para distintas actividades, mientras no hayan surgido normas o procedimientos que las hayan substituido. Por ejemplo, muchos operadores de aeronaves utilizan los procedimientos para reabastecer combustible contenidos en la NOM-002-SCT3-1994.

Teniendo en cuenta que tenemos como objetivo la reparación del motor con el fabricante (o taller autorizado por parte de este) o ya sea que el resultado final de este estudio se demuestre que en la escuela sería la opción más viable en cuestiones económicas, tendremos que optar por tomar todas las medidas y requisitos legales para poder establecer a la escuela como un Taller Aeronáutico Autorizado. (NOM-145/1-SCT3-2001).

## **2.7 Leyes, Reglamentos y Normas para un Taller Aeronáutico.**

Anteriormente se mencionaba que para poder aplicar la reparación al motor del helicóptero es necesario establecer a la escuela como un taller aeronáutico autorizado para lo cual a continuación se desglosará y analizará lo necesario para cumplir con las especificaciones incluidas en la legislación aeronáutica ,que establece lo siguiente:

- a) Ley de Aviación Civil, estipula que para el establecimiento de Talleres Aeronáuticos se requerirá de permiso, el cual podrá otorgarse a personas físicas o morales mexicanas o extranjeras.
- b) El Reglamento de la Ley de aviación Civil, que introduce la figura del Taller Aeronáutico, como aquella instalación destinada al mantenimiento o la reparación de aeronaves y de sus componentes, que incluyen sus accesorios, sistemas y partes, y también la fabricación o ensamblaje, siempre y cuando se realicen con el fin de dar mantenimiento o para reparar aeronaves en el propio Taller Aeronáutico.

- c) La Norma Oficial Mexicana NOM-145/1-SCT3-2001, que regula los requisitos para el establecimiento y funcionamiento de taller aeronáutico.
- d) La Norma Oficial Mexicana NOM-145/2-SCT3-2001, que establece el contenido del Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico.

## **2.8 Análisis de las NOMs. aplicables.**

Las normas a las cuales se aplicará un detallado análisis de acuerdo a las que correspondan para el funcionamiento de la escuela como un taller aeronáutico autorizado son las siguientes:

- NOM-145/1-SCT3-2001
- NOM-145/2-SCT3-2001

### **\*NOM-145/1-SCT3-2001**

#### *OBJETIVO*

El principal objetivo de esta NOM es la regulación de ciertos requisitos y especificaciones para que se puedan establecer Talleres Aeronáuticos con todas las funcionalidades óptimas para los fines que el permisionario convenga.

#### *DISPOSICIONES GENERALES DE MANTENIMIENTO*

Se mostrarán los 3 puntos principales que se deberán de tener en cuenta para saber los tipos de mantenimiento en los cuales una aeronave puede ser reparada:

- Todo trabajo de reparación y mantenimiento, así como modificación, fabricación o ensamblaje, que pretenda efectuarse a las aeronaves con marcas de nacionalidad y matrícula mexicanas, sus componentes y/o accesorios, deberá realizarse en un taller aeronáutico el cual debe apegarse a lo establecido en dicha norma.
- Los trabajos de reparación y mantenimiento, así como modificación, fabricación o ensamblaje (con el fin de dar mantenimiento y/o reparación), que pretendan efectuarse a las aeronaves con marcas de nacionalidad y matrícula extranjera, sus componentes y/o accesorios, se llevarán a cabo conforme a las disposiciones establecidas por el país de registro de matrícula de la aeronave o, en su caso, de acuerdo a los convenios bilaterales celebrados entre México y el país de registro de matrícula de la aeronave.
- Todo trabajo de reparación y mantenimiento, así como modificación, fabricación o ensamblaje (con el fin de dar mantenimiento y/o reparación) a las aeronaves, componentes y/o accesorios que no pueda efectuarse en ningún Taller Aeronáutico en México, se deberá realizar en talleres en el extranjero, de conformidad con los lineamientos que sobre el servicio de mantenimiento y/o reparación de aeronaves y sus componentes en el extranjero, establezca la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

Es de suma importancia analizar estos tipos de trabajo y saber cuando optar por el indicado, para el resultado beneficioso del taller y para la aeronave misma.

Continuando con el análisis, es necesario por parte de la escuela emitir a la Autoridad Aeronáutica (D.G.A.C.) un Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico para la reparación y el mantenimiento, así como modificación, fabricación o ensamblaje a aeronaves, componentes y accesorios, este deberá concordar con los requisitos descritos en la presente Norma Oficial Mexicana y contener la información que sobre el contenido del Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico, establezca la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

## CLASIFICACIÓN

Los Talleres Aeronáuticos se clasifican de la siguiente forma:

1. Modalidad del servicio prestado:

a) **Servicio al público y privado**

b) Servicio privado

Los Talleres Aeronáuticos se dividen en 3 categorías:

1. **Categoría 1:** Fabricación o ensamblaje (con el fin de dar mantenimiento y/o reparación).
2. **Categoría 2: Reparación mayor y alteración mayor.**
3. **Categoría 3:** Mantenimiento.

La categoría del Taller será aplicable a las siguientes especialidades:

1. Planeadores
2. **Helicópteros**
3. **Motores**
4. Hélices
5. Radio
6. Instrumentos
7. Accesorios
8. Servicios especializados
9. Otros

Los Talleres Aeronáuticos en sus diferentes categorías y especialidades se clasifican por marca, modelo de aeronave y de componente, sobre los cuales pueden realizar los trabajos correspondientes de acuerdo con lo siguiente:

1. Planeadores

**Clase 1:** Aeronaves con un peso máximo de despegue hasta de 3,000 kgs



**Clase 2:** Aeronaves con un peso máximo de despegue de más de 3,000 kgs. y hasta 6,000 kgs.

**Clase 3:** Aeronaves con un peso máximo de despegue de más de 6,000 kgs. y hasta 12,000 kgs.

**Clase 4:** Aeronaves con un peso máximo de despegue superior a 12,000 kgs.

## **2. Helicópteros**

**Clase 1:** Helicópteros con un peso máximo de despegue de hasta 3,000 kgs.

**Clase 2:** Helicópteros con un peso máximo de despegue superior a 3,000 kgs.

## **3. Motores**

**Clase 1:** Motores alternativos con una potencia de hasta 450 hps (excepto motores radiales).

**Clase 2:** Motores alternativos con una potencia superior a 450 hps (incluye motores radiales con cualquier potencia).

**Clase 3: Motores de Turbina.**

## **4. Hélices**

**Clase 1:** Hélices de paso fijo o ajustable en tierra, construidas de madera, metal o construcción compuesta.

**Clase 2:** Hélices de paso variable.

## **5. Radio**

**Clase 1:** Equipos de radiocomunicación.

**Clase 2:** Equipos de radionavegación.

**Clase 3:** Equipos de radar.

## 6. Instrumentos

**Clase 1:** Instrumentos Mecánicos

**Clase 2:** Instrumentos Giroscópicos

**Clase 3:** Instrumentos Eléctricos

**Clase 4:** Instrumentos Electrónicos

## 7. Accesorios

**Clase 1:** Accesorios mecánicos: Accesorios mecánicos que dependen para su operación, de la fricción, la energía hidráulica, enlaces mecánicos o presión neumática, incluyendo frenos de rueda de la aeronave, bombas accionadas mecánicamente, carburadores, conjuntos de ruedas de la aeronave, montantes de amortiguadores y mecanismos servo hidráulicos.

**Clase 2:** Accesorios eléctricos: Accesorios eléctricos que funcionan con energía eléctrica para su operación, y generadores, incluyendo arrancadores, reguladores de voltaje, motores eléctricos, bombas de combustible accionadas eléctricamente, magnetos o accesorios similares.

**Clase 3:** Accesorios electrónicos: Accesorios electrónicos que funcionan utilizando elementos transistorizados, electrónicos o dispositivos similares, incluyendo controles de sobrecarga, controles de temperatura, de acondicionamiento de aire o controles electrónicos similares.

## 8. Servicios especializados

- Componentes de tren de aterrizaje.
- Dispositivos de flotación (chalecos salvavidas, lanchas y lanchas-tobogán, entre otros).
- Contenedores a presión (tanques de oxígeno, botellas extintoras, entre otros).
- Inspecciones, pruebas y ensayos no destructivos.

- Equipo de emergencia y de supervivencia (toboganes, ELT, botiquines de primeros auxilios, entre otros).
- Palas de rotor.
- Calibración, reparación y/o mantenimiento de equipo y herramienta de precisión.
- Materiales compuestos.
- Maquinado.
- Soldadura.
- Trabajos de fabricación para mantenimiento y/o reparación
- Pintura de aeronaves, componentes y accesorios
- Pesado de aeronaves

*NOTA: Los Talleres Aeronáuticos que cuenten con esta especialidad, no podrán subcontratar ningún trabajo.*

#### 9. Otros

Cualquier otra actividad que la Autoridad Aeronáutica considere, de acuerdo a las necesidades y avances tecnológicos de las aeronaves, sus componentes y/o sistemas.

Tomando en cuenta todo este desglose de puntos necesarios para el establecimiento un Taller Aeronáutico Autorizado especializado en ciertas áreas, el taller que nosotros requerimos para la escuela quedaría de la siguiente forma:

#### **Taller Aeronáutico Autorizado “ESIME TICOMÁN”**

<b>Modalidad del servicio prestado:</b>	Servicio al público y privado
<b>Clasificación por categoría:</b>	Categoría 2 (Reparación Mayor y Alteración Mayor)
<b>Especialidad del Taller:</b>	Helicópteros(Peso máximo de despegue superior a 3,000 kgs.) y Motores (turbina)

Tabla 2.8.1 Taller Aeronáutico ESIME TICOMÁN

## *SISTEMA DE GARANTIA DE CALIDAD*

Al considerarse la categoría y las especialidades correspondientes de nuestro Taller se pretende contar con un sistema de garantía de calidad el cual deberá incluirse en el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico y apegarse a los requisitos que dicha norma dictamine.

## *SOLICITUD DE PERMISO*

Para el establecimiento de la Escuela como Taller Aeronáutico se tendrá que presentar una solicitud ante la Secretaría, indicando la categoría y especialidad que anteriormente ya elegimos, de conformidad con el artículo 140 fracción VI del Reglamento de la Ley de Aviación Civil y el numeral 5. de la presente Norma Oficial Mexicana.

Esta deberá estar acompañada con la documentación indicada en el artículo 140 del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, la cual tiene que ver con la adecuada calificación técnica del personal técnico aeronáutico a emplear en forma directa o a través de terceros, además de cumplir con los requisitos que para la obtención y revalidación de licencias al personal técnico aeronáutico, establezca la Norma Oficial Mexicana correspondiente, deberá cumplir lo siguiente:

Personal técnico aeronáutico empleado en forma directa deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- Comprobantes de cursos iniciales y periódicos. (de acuerdo a la especialidad que pretende el solicitante de un permiso de Taller Aeronáutico y los cuales deberán haber sido tomados por lo menos en el último año)
- Copia de las Licencias expedidas por la Autoridad Aeronáutica, con la especialidad que el solicitante del permiso del Taller Aeronáutico pretende.
- Personal técnico estará designado en las áreas de inspección (denominado también como control de calidad), deberá tener experiencia (3 años de experiencia) en este puesto y en las marcas y modelos de aeronave, componente y/o accesorio que pretende el solicitante del Taller Aeronáutico.
- Que el personal ha laborado al menos un periodo de seis meses en los últimos dos años en el mismo puesto asignado a las áreas de producción, para realizar el

mantenimiento y reparación en la marca y modelo de aeronave o modelo. El que no cumpla podrá ser contratado únicamente como auxiliar del personal titular que ejecutará los trabajos en el área de producción, por un periodo de 6 meses. Después de este periodo podrá ocupar el puesto que le sea asignado en el área de trabajo.

Personal técnico aeronáutico empleado a través de terceros deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- El solicitante del Taller Aeronáutico que emplee personal a través de terceros, verificará conjuntamente con la Autoridad Aeronáutica, el cumplimiento de los requisitos mencionados anteriormente para el personal técnico aeronáutico empleado en forma directa.

El permisionario del Taller Aeronáutico, de conformidad con lo establecido en el artículo 143 fracción II del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, deberá integrar un expediente de cada miembro del personal técnico aeronáutico que labore en dicho Taller, el cual contendrá entre otra información, la siguiente:

- Curriculum vitae
- Copia de la documentación profesional y/o técnica de capacidades
- Evaluaciones hechas de conformidad con el numeral
- Copia de la licencia expedida por la Autoridad Aeronáutica
- Copia de las constancias de capacitación recibida de conformidad con el numeral
- Copia del certificado de aptitud psicofísica vigente, expedido por la Autoridad competente

Otro de los puntos indicados en el artículo 140 fracción VII del Reglamento de la Ley de Aviación Civil, el solicitante de permiso para establecer un Taller Aeronáutico deberá presentar lo siguiente:

- Planos de ubicación del Taller Aeronáutico.
- Planos de Distribución de las áreas, según aplique, indicando:
  - a) Distribución del sistema eléctrico y de iluminación.
  - b) Distribución del sistema neumático.
  - c) Distribución del sistema hidráulico.

- d) Distribución del sistema de agua.
- e) Distribución del sistema de seguridad industrial y de protección civil.
- f) Distribución de los sistemas de reciclaje y tratamiento de residuos.

#### *RESPONSABLE DEL TALLER AERONÁUTICO*

\*El responsable de un Taller Aeronáutico con las especialidades de planeadores clase 1 motores y clase 1 y 2, radios, instrumentos, accesorios o servicios especializados, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- Ingeniero en Aeronáutica (Titulado ante la Dirección General de Profesiones)
- Seis meses de Experiencia (Mantenimiento de Aeronaves)

ó

- Técnico en Mantenimiento (Licencia vigente en la especialidad correspondiente)
- Tres años de experiencia (Especialidad)

\*El responsable de un Taller Aeronáutico con las especialidades de planeadores clase 2, 3 y 4, helicópteros clase 1 y 2 o motores clase 3, deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- Ingeniero en Aeronáutica (Titulado ante la Dirección General de Profesiones)
- Un año de experiencia (Mantenimiento de Aeronaves)

El interesado en ocupar el cargo de responsable de un Taller Aeronáutico deberá presentar ante la DGAC, con una anticipación mínima de diez días hábiles a la fecha de ocupación del cargo su solicitud por escrito acompañada de la siguiente documentación:

- Licencia Expedida por la Autoridad Aeronáutica en la especialidad correspondiente o copia de la cédula y título profesionales en caso de ser Ingeniero en Aeronáutica.

- Currículum Vitae junto con copias de comprobantes de cursos recibos respecto de las aeronaves, componentes y/o accesorios, a los cuales prestará servicios el Taller Aeronáutico.
- Documento en el que el permisionario del Taller Aeronáutico lo propone como responsable.
- Copia de la carta de aceptación de la responsabilidad del interesado, dirigida al permisionario del Taller Aeronáutico en la cual pretende ser responsable.

### *INSTALACIONES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS*

El permisionario del Taller Aeronáutico deberá contar con instalaciones para:

- Alojar el equipo de trabajo, herramientas y material necesarios para realizar los trabajos que le sean encomendados y para los cuales esté autorizado.
- Realizar el trabajo para el cual está autorizado, designando un espacio adecuado para ello.
- Designar áreas apropiadas para almacenar, segregar y proteger materiales, partes, equipos,
- herramientas y suministros diversos.
- Proteger adecuadamente las partes y subensambles durante el desensamble, limpieza, inspección, reparación, modificación y ensamblaje.
- Proteger y alojar la información técnica, con objeto de que en la realización de trabajos, se proteja a los mismos de elementos climatológicos o polvo.
- El permisionario del Taller Aeronáutico deberá designar espacio suficiente en el Taller Aeronáutico, para la operación de maquinaria y equipo, tomando como base las instrucciones para su instalación y uso.
- El equipo y maquinaria deberá estar lo suficientemente aislado para evitar que:

- Los residuos que éstos generen, inadvertidamente contaminen a los ensambles o subensambles, durante procesos de armado, limpieza, inspección, entre otros.
- Cuando se trate de equipos y/o maquinaria de pintura, al realizar esta actividad, la pintura atomizada se deposite en otros equipos, maquinaria, partes, ensambles o subensambles.
- Los Talleres Aeronáuticos deberán contar con sistemas o procedimientos y áreas designadas en las instalaciones del mismo, para el tratamiento y/o reciclado de partes, materiales y productos de uso general, entre otros, clasificado como material de desecho.
- El permisionario del Taller Aeronáutico deberá destinar un área, en estructura cerrada, para realizar la mayor cantidad posible de trabajo de producción.
- Almacén.

#### *OPERACIÓN DEL TALLER AERONÁUTICO*

Los puntos esenciales de que debe manejar un Taller Aeronáutico ya puesto en operación son los siguientes:

- El Taller Aeronáutico se organizará para la ejecución de los trabajos, de tal manera que, por lo menos, exista dentro del organigrama del mismo, un área dedicada a la ejecución de trabajos o de producción y otra dedicada a vigilar mediante la inspección, el control de calidad de los mismos.
- La liberación de mantenimiento o retorno a servicio será realizado por personal que tenga entrenamiento en los métodos de inspección, técnicas y equipos utilizados para determinar la calidad y aeronavegabilidad de la aeronave, sus componentes y/o accesorios, conforme a lo indicado en el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico, sin detrimento de lo prescrito en el numeral 9. de la presente Norma Oficial Mexicana, para la figura del responsable del Taller Aeronáutico.



- La inspección de trabajos solicitada por la entidad responsable del diseño de tipo de la aeronave y/o sus componentes, para cada uno de los trabajos de mantenimiento, será la mínima requerida por ésta en su documentación técnica. La inspección podrá ser incrementada por el permisionario del Taller Aeronáutico, con base en la experiencia obtenida y podrá ser requerida por la Autoridad Aeronáutica en aquellos trabajos de mantenimiento en que no se realice inspección alguna, cuando considere que la falta de la misma pueda constituir un peligro.
- El Taller Aeronáutico deberá contar con las guías de inspección y mantenimiento de la aeronave, aprobadas por la Autoridad Aeronáutica para el concesionario, permisionario u operador aéreo para quien realiza los trabajos de mantenimiento y/o reparación, así como con la información técnica adecuada durante la aplicación de los trabajos contratados para la aeronave.
- Los Talleres Aeronáuticos que presten servicios a terceros, usarán las guías de inspección y mantenimiento que para tal efecto les hayan sido aprobadas a los concesionarios, permisionarios y operadores aéreos en su programa de mantenimiento.
- El Taller Aeronáutico deberá generar un documento de inicio de trabajo u orden de trabajo, el cual se usará para documentar las actividades de mantenimiento que se realicen, mismo que deberá contener la siguiente información:
  - La fecha de ingreso o fecha de apertura del documento de inicio u orden de trabajo;
  - La marca, modelo, número de parte y número de serie, según aplique, de la aeronave, componente y/o accesorio;

#### *FUNCIONES Y OBLIGACIONES DEL PERMISIONARIO*

Las funciones y obligaciones de un permisionario de un Taller Aeronáutico son los expuestos a continuación:

- Mantener y/o alterar cualquier aeronave, sus componentes y/o accesorios, dentro de los alcances para los cuales han sido emitidas las especificaciones de operación.
- Aprobar la liberación de mantenimiento o retorno a servicio de cualquier aeronave, componente y/o accesorio, incluidos en las limitaciones de las especificaciones de operación de su permiso, después que a los mismos les haya sido dado mantenimiento y/o hayan sido alterados de acuerdo a los lineamientos de las normas oficiales mexicanas aplicables, el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico y los procedimientos aprobados por la entidad responsable del diseño de tipo de la aeronave, parte o componente.
- Proporcionar mantenimiento y/o alterar cualquier aeronave, sus componentes y/o accesorios, incluidos en las especificaciones de operación, en un lugar distinto al Taller Aeronáutico, previa autorización de la Autoridad Aeronáutica, siempre que:
  - a) La tarea se cumpla de la misma forma que en el Taller Aeronáutico;
  - b) En el lugar para realizar la tarea, se disponga de todo el personal, equipo, materiales y datos técnicos necesarios, y
  - c) El Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico establezca los procedimientos a ejecutarse en un lugar diferente del Taller Aeronáutico.

#### *LIMITACIONES DE PERMISO*

Un Taller Aeronáutico no podrá realizar el mantenimiento o alteración de ninguna estructura de aeronave, componente y/o accesorio, que no esté incluido en sus especificaciones de operación, y no podrá realizar el mantenimiento, reparación o alteración de ninguna aeronave, componente y/o accesorio, que esté incluido en sus especificaciones de operación, si se requieren datos técnicos, equipos o instalaciones especiales, de las que no dispone.

## *TAREAS PRINCIPALES DEL PERMISIONARIO*

El permisionario de un Taller Aeronáutico debe:

- Dar cumplimiento a las disposiciones que sobre el contenido del Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico, establezca la Norma Oficial Mexicana correspondiente.
- Observar el cumplimiento de los requisitos aplicables establecidos en esta Norma Oficial Mexicana, mientras esté vigente el permiso del Taller Aeronáutico.

### **\*NOM-145/2-SCT3-2001**

#### *OBJETIVO*

Es regular el contenido del Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico, por lo tanto, aplica a todos los permisionarios de Talleres Aeronáuticos.

#### *DISPOSICIONES GENERALES*

Todos los Talleres Aeronáuticos autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, deberán cumplir en todo momento, con lo dispuesto en la presente norma.

Es obligación de los permisionarios de Talleres aeronáuticos, elaborar y presentar ante la Autoridad Aeronáutica (DGAC) para su revisión y, en su caso, aprobación, el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico, mismo que deberá establecer los procedimientos bajo los cuales se efectuarán los trabajos del Taller de acuerdo a la capacidad que este haya elegido así como políticas y procedimientos propios de dicho Taller. Es importante en las políticas y procedimientos que se establecerán en el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico, el no oponerse a las disposiciones establecidas en:

- Ley de Aviación Civil

- Reglamento de la Ley de Aviación Civil
- Normas Oficiales Mexicanas relativas a las indicaciones de los Manuales de Mantenimiento, Boletines de Servicio y Directivas de Aeronavegabilidad aplicables al equipo de vuelo y sus componentes.

Es necesario que el permisionario del Taller Aeronáutico brinde los recursos necesarios para la fácil orientación de todo el personal del taller en el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico. El Manual deberá presentarse ante la Autoridad Aeronáutica para su revisión previo al inicio de operación del taller así como mantenerlo actualizado con sus respectivas enmiendas y revisiones, este deberá reflejar las actividades que se realizan en el mismo, lo cual estará sujeto a verificación por parte de la Autoridad Aeronáutica.

De las principales características e indicaciones que el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico debe o no cumplir son las siguientes:

- No deberá ser contrario a ninguna disposición emitida por la Autoridad Aeronáutica.
- Por parte del permisionario poner en disposición una copia actualizada y completa del Manual del Taller Aeronáutico, a disposición del personal que en nombre de la Autoridad Aeronáutica lo inspeccione o verifique.
- Se asegurará que en cada una de las personas responsables del mantenimiento, administración y dirección del mismo posean una copia actualizada y completa de este.
- Cada permisionario del Taller Aeronáutico, asegurará que este, se enmiende según sea necesario para mantener actualizada la información que contiene y en cada una de sus enmiendas y estas a la vez se envíen a la Autoridad Aeronáutica.
- Incluir los requisitos especiales que la Autoridad Aeronáutica pudiera requerir en materia de mantenimiento, de acuerdo a las características particulares de operación del taller.
- Se podrá hacer referencia a la información técnica o de servicio de la entidad responsable del diseño de tipo de las aeronaves, accesorios y/o componentes así como también a otras fuentes aceptables u otros manuales y documentos del permisionario como es el Manual de Vuelo de Aeronaves, Manual General de Operaciones o Manual de Seguridad, si es que corresponde.

- De las secciones 4 y 5 (Organización del Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico) de la presente Norma Oficial Mexicana, el permisionario deberá asegurarse que en su Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico cumpla con lo requerido por estas.
- Deberá elaborarse en idioma español.
- Enviar 2 copias del Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico a la Autoridad Aeronáutica una vez que este haya sido aprobado.
- En el caso que se realice alguna enmienda al Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico, se deberá presentar a la Autoridad Aeronáutica, el original y dos copias de dicha enmienda para su revisión y, en sus caso, aprobación.

#### *CONTENIDO DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL TALLER AERONÁUTICO*

El Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico deberá cumplir con los siguientes requisitos generales:

- a. Incluir instrucciones, procedimientos e información general necesaria para permitir al personal del Taller Aeronáutico, cumplir con sus tareas y responsabilidades con el mayor grado de seguridad.
- b. Estar elaborado en un formato que sea fácil de revisar.
- c. Tener, para cada página, los siguientes datos:
  - Fecha y número de revisión.
  - Número de página y capítulo.
  - Razón social y/o logotipo del Taller Aeronáutico.

El Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico deberá tener obligatoriamente un desglose y una organización de la siguiente forma:

- **Introducción**
- Hoja de control de revisiones
- Lista de páginas efectivas
- Control del Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico
- Definiciones y abreviaturas

- **Organización del Taller Aeronáutico**
- Compromiso del permisionario del Taller Aeronáutico (*declaración firmada por el permisionario*)
- Organigrama directivo, administrativo y técnico
- Deberes, funciones y responsabilidades del personal administrativo y técnico
- Relación del personal directivo, administrativo y técnico
  
- a) *Relación del personal directivo y administrativo que ocupa los puestos y cargos señalados.*
- b) *Relación del personal técnico aeronáutico empleado por el Taller Aeronáutico que incluya nombre, área de trabajo dentro del taller, número de licencia, tipo o clasificación de la misma y especialidad o capacidad; y categoría o puesto que ocupa en el taller.*
  
- Alcances y limitaciones aprobados por la Autoridad Aeronáutica al permisionario del Taller Aeronáutico
- Procedimiento de notificación a la Autoridad Aeronáutica sobre cambios en actividades del Taller Aeronáutico, solicitudes, localidades, personal y alcance del permisionario, indicando quien es la persona responsable de notificar a la Autoridad Aeronáutica sobre los cambios.
- Expedientes del personal
  
- **Capacitación y adiestramiento**
- Capacitación y adiestramiento al personal técnico aeronáutico
  
- **Instalaciones**
- Plano de las instalaciones
- Servicios
  
- **Sistemas de inspección y mantenimiento**
- Continuidad de la responsabilidad de la inspección
- Procedimiento de compra y recepción de partes (procedimientos, políticas, evaluaciones, devoluciones)
- Reparación mayor y alteración de aeronaves y componentes

- Reparaciones, alteraciones y revisión mayor de accesorios
- Procedimientos de inspección
  
- a) Inspección preliminar
- b) Inspección por daño oculto
- c) Inspección progresiva
  
- Inspección de Mantenimiento
- Continuidad de la responsabilidad de mantenimiento
- Manejo de partes
- Tarjetas de identificación de partes
- Acabado de partes
- Preservación de partes
- Materiales con vida límite
- Almacenaje de equipo y herramienta
- Registro de inspecciones y mantenimiento
- Trabajos a efectuarse por contratistas
- Control de Herramientas de precisión y de los patrones para calibración
- Inspección final y liberación de mantenimiento o retorno a servicio
- Descripción de la forma en la que se efectúa la declaración de liberación de mantenimiento o retorno a servicio.
- Mantenimiento subcontratado
- Listado de mantenimiento subcontratado
- Ejecución de mantenimiento, mantenimiento preventivo, alteraciones e inspecciones requeridas a efecto de cumplimientos de aeronavegabilidad continua para permisionarios y concesionarios de transporte aéreo.
- Actividades que requieren inspección RII
- Relación del personal calificado para realizar actividades de inspección RII
- Ejecución de trabajos fuera de las instalaciones del Taller Autorizado
- Estándares de higiene y seguridad industrial de las instalaciones de mantenimiento
- Reportes y correcciones de los defectos y fallas ocurridas en las aeronaves
- Procedimientos para servicios especializados de mantenimiento
- Contrato tipo de mantenimiento e inspección

- **Sistema de Garantía de Calidad**
- **Formularios**

#### *SISTEMA DE GARANTIA DE CALIDAD*

Inclusión de procedimientos, especificaciones y requisitos del sistema de garantía de calidad de acuerdo al establecimiento y mantenimiento de un sistema de garantía de calidad para el control de calidad, supervisión del mantenimiento y la inspección de la aeronave y sus componentes.

El sistema de garantía deberá contener por mínimo lo siguiente:

- Políticas y medios para alcanzar los objetivos son los siguientes:
  - (a) Monitorear y reportar al permisionario del Taller Aeronáutico o personal designado por éste, el nivel de cumplimiento de los requisitos exigidos por la Ley de Aviación Civil, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas aplicables, las disposiciones emitidas por la Autoridad Aeronáutica y los lineamientos establecidos en el Manual de Procedimientos del Taller Aeronáutico.
  - (b) Corregir cualquier incumplimiento identificado, e implementar acciones para prevenir la repetición de dicha falta.
  - (c) Presentar al titular del permiso del Taller Aeronáutico, indicadores de calidad, tales como reportes de auditoría, de accidentes, de incidentes, de ocurrencias, de quejas de clientes y reportes del personal, con el propósito de revisar e instrumentar acciones preventivas y/o correctivas
- Auditorías de calidad del Taller Aeronáutico
- Auditorías de calidad de la aeronave o componentes
- Acciones para corrección de discrepancias detectas en las auditorias de calidad
- Análisis y revisión administrativa
- Competencia del personal autorizado a realizar liberaciones de mantenimiento o retornos a servicio



- Auditoría de calidad del programa de adiestramiento
- Personal de auditoría de calidad
- Calificación de inspectores y mecánicos
- Solicitud de excepciones a la Autoridad Aeronáutica
- Servicios especializados

A breve resumen se explicaron los puntos esenciales de cada una de las dos Normas Oficiales Mexicanas aplicables a la aprobación de un Taller Aeronáutico Autorizado, mostrando los detalles más esenciales que se requieren en la planeación y organización por parte de la Escuela para comenzar el proyecto de implementación de esta como un Taller Aeronáutico Autorizado para que en dicho modo se puedan analizar los distintos tipos de niveles en mantenimiento en los que la escuela pueda tener la capacidad y la autorización para la reparación del motor.

## **2.9 Recursos Humanos de ESIME TICOMÁN**

La Escuela Superior de Ingeniería y Mecánica Eléctrica Unidad Ticomán (ESIME) cuenta con una amplia gama de características que desempeñan un nivel educativo de alto nivel integral en la formación de ingenieros en aeronáutica generando un conocimiento de alta calidad, responsabilidad, tolerancia y compromiso con el desarrollo tecnológico y científico en el que se pueda incurrir.

Por lo tanto para que los resultados de la formación sean óptimos, se requiere de profesores especializados en cada una de las ramas para el desarrollo de los alumnos, en breve se muestra el organigrama del que se compone ESIME TICOMÁN:

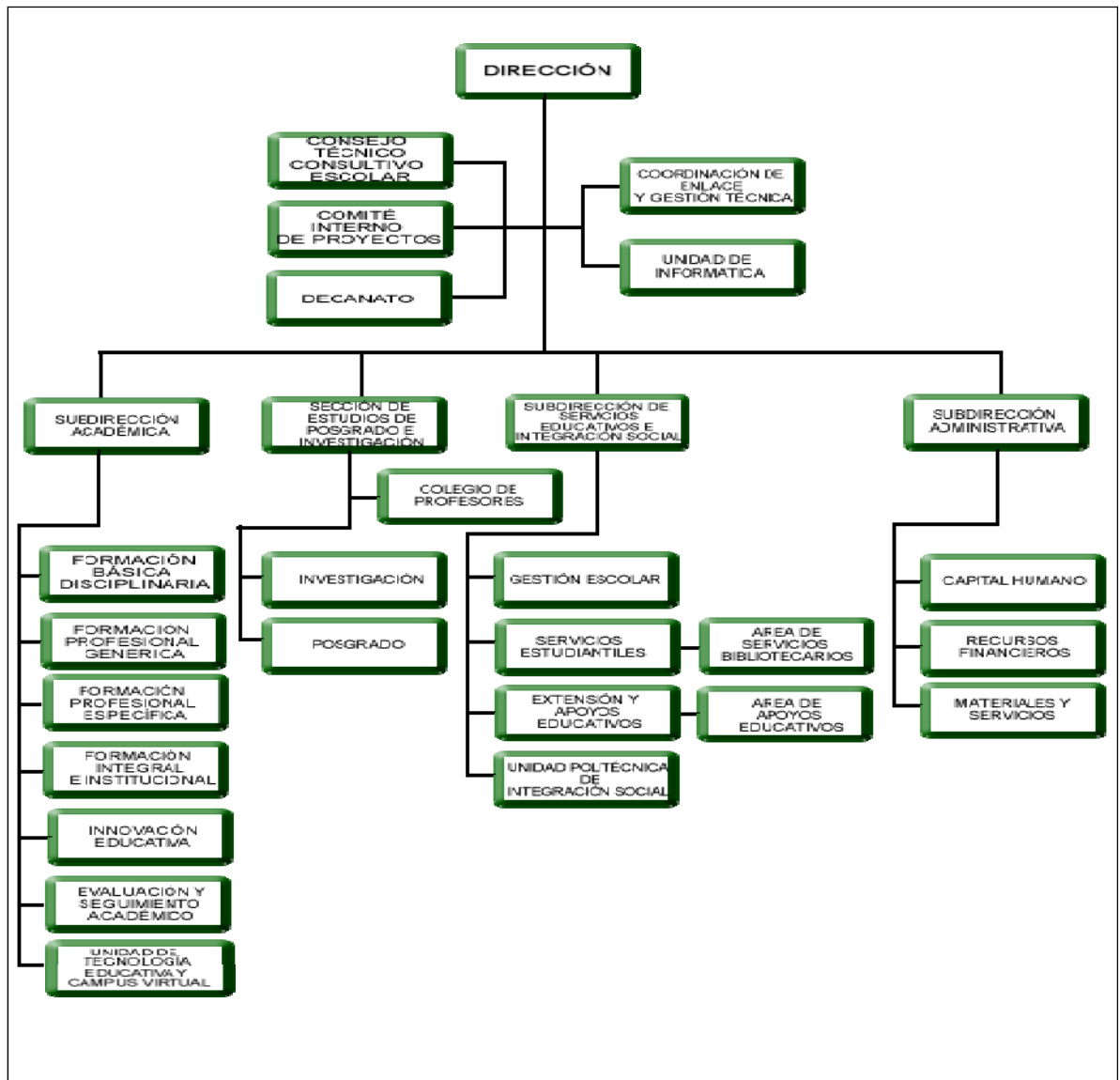


Fig. 2.9.1 Organigrama ESIME TICOMÁN

En este se observan cada una de las dependencias y academias posibles que nos serían de gran soporte para la reparación del motor, en las áreas de nuestro interés, se necesitara saber cada uno de los perfiles de los miembros por los que está compuesta.

Recordando así, que el personal que resulte indicado para apoyar en el proyecto de reparación del motor, no será remunerado de ninguna forma ya que como sabemos es un proyecto de iniciativa propia y en el cual no se pretende generar ningún beneficio económico, sino un aporte de aprendizaje y experiencia para aquellos que deseen colaborar, ya sean alumnos o maestros.

La escuela cuenta con diversos servicios externos, los cuales nos serán de gran ayuda para poder dividir los sectores de trabajo programados en la reparación del motor.

A continuación se desglosan los diferentes servicios disponibles en ESIME Ticomán los cuales están bajo la supervisión de un Ingeniero en cargo,

Jefe del Departamento de Laboratorios y Talleres  
**(Ing. Fausto H. Rodríguez Ibarra)**

Servicios de Laboratorio:

- Laboratorio de Motores
- Laboratorio de Aerodinámica
- Laboratorio de Análisis Experimental de esfuerzos
- Laboratorio de ensaye de materiales
- Laboratorio de Eléctrica-Electrónica
- Laboratorio de Hidroneumática
- Laboratorio de Operaciones Aeronáuticas
- Laboratorio de Diseño Asistido por Computadora

Servicios de Manufactura:

- Taller de Aeromodelismo
- Taller de Procesos de manufactura
- Control Numérico Computarizado (CNC)
- Control de Materiales Compuestos

De todo este conjunto de servicios, propondremos a los siguientes encargados de respectivo taller para el servicio de cooperación en la coordinación de las tareas o trabajos del mantenimiento mayor del motor del helicóptero,

<b>LABORATORIO</b>	<b>ENCARGADOS</b>	<b>TURNO</b>
<b>L. de Motores</b>	Ing. Salvador Caudillo González Ing. Isaac Garivay Sandoval	Matutino Vespertino
<b>Centro de Control Numérico (CNC)</b>	Ing. Gustavo Samudio Ing. Alejandro Cerón	Matutino Vespertino
<b>Procesos de Manufactura</b>	Marcelino Soto Najera Adrián Camacho Solís	Matutino Vespertino
<b>Ensaye de Materiales</b>	David Anaya Gallegos (Certificado "Prueba de Materiales") Alfonso Espinoza Picaso	Matutino Vespertino
<b>Ingeniería de Materiales</b>	Ing. Víctor Sauce Yoliztli Mendoza	Matutino Vespertino
<b>Laboratorio de Diseño</b>	Cruz Serrano	Matutino

Tabla 2.9.1 Personal encargado de Talleres

La elección de estos seis departamentos de laboratorios que integran a la ESIME TICOMÁN, es primordialmente para la facilitación en la ocupación o fabricación de la herramienta necesaria en cada uno de los trabajos que se realicen a los diferentes sistemas del motor para la obtención final de su reparación mayor.

La cantidad de capital humano con la cual deberá contar la escuela para el comienzo de dicho proyecto será la siguiente:

- **Líder del Proyecto en General** ( Ingeniero en Aeronáutica con Licencia DGAC especialidad en motores de ala rotativa)
- **Encargados de Taller** (aprox. 12)
- **Auxiliares** (alumnos con Licencia) se requerirá un mínimo de 5 auxiliares por especialidad de taller, para el cumplimiento de los 2 turnos laborales.

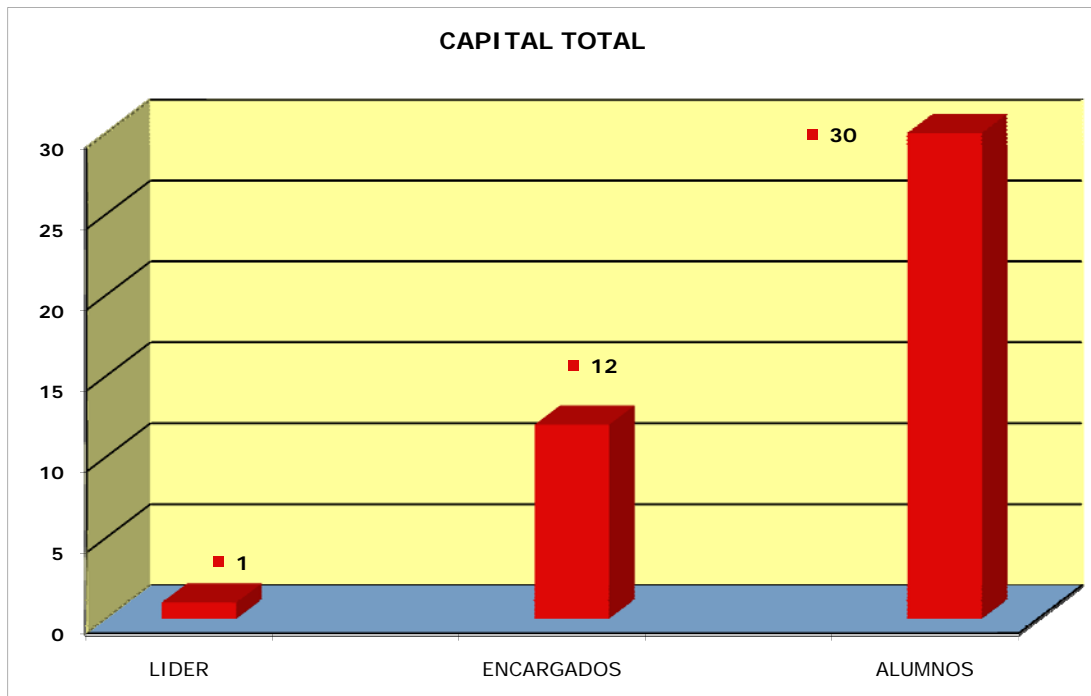


Fig. 2.9.2 Recursos Necesarios

Los tres tipos de capital humano con los que se contara, deberán tener una filosofía de trabajo muy particular y fundad en un código de valores, que a continuación se enlista:

\* Capacidad Intelectual

- Tener un buen desempeño académico.
- Captar de un modo inteligente la realidad y conocer cómo reaccionar ante ella.
- Demostrar la capacidad de relacionar conceptos.

\* Liderazgo

- Estar seguro de si mismos ante los demás.
- Trabajar en colaboración con otras personas para alcanzar objetivos individuales.
- Impactar e influenciar positivamente en los demás.
- Capacidad de establecer y mantener contactos.

\* Proactividad

- Actuar de forma autónoma sin necesidad de recibir instrucciones.
- Anticiparse en todo momento en cualquier situación.

\* Laboriosidad

- Capacidad de trabajar arduamente.
- Mantener el equilibrio entre cantidad de trabajo, calidad de trabajo y objetivos a conseguir.
- Dirigir esfuerzos para alcanzar los objetivos en corto plazo.

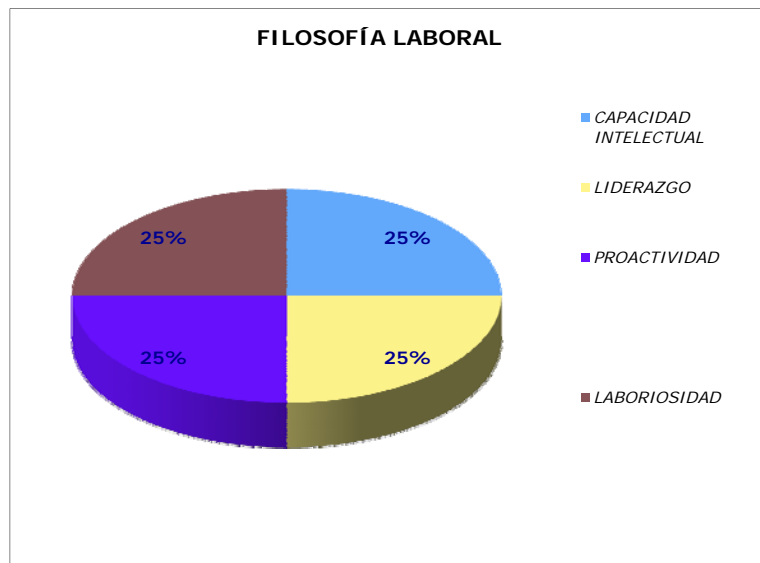


Fig. 2.9.3 Distribución Filosofía Laboral

A continuación se enuncian los tiempos mínimos en los que el equipo de trabajo deberá efectuar en las tareas correspondientes a cada uno de los sistemas del motor en su reparación mayor.

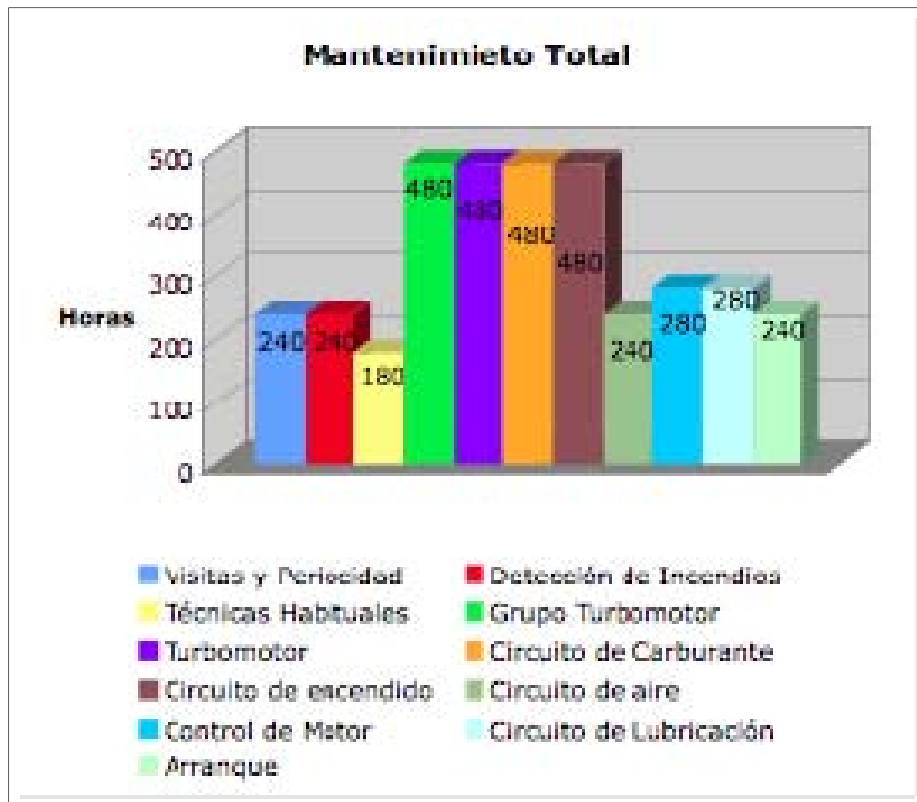


Fig. 2.9.4 Tiempos Mínimos

**CAPÍTULO III: RECURSOS  
MATERIALES Y TECNOLÓGICOS DE  
ESIME TICOMAN PARA AFRONTAR LA  
REPARACIÓN DEL MOTOR**



Para la implementación de un Taller Aeronáutico Autorizado es necesario contar con los recursos necesarios (material/herramienta) para el desarrollo completo de los sistemas de trabajo en mantenimiento. Por lo tanto para efectuar el análisis de factibilidad de la reparación mayor del motor Arriel 1B en materia de recursos, lo dividiremos en los siguientes tres puntos:

- **Recursos Existentes;** es la Infraestructura y herramientas con las que cuenta la escuela para la reparación de motor Arriel 1B de Mantenimiento del Motor.
- **Recursos Deseables;** son los ideales para llevar a cabo la reparación del Motor de acuerdo a normas y especificaciones con las que se desean trabajar bajo las especificaciones que estipula la Norma Oficial Mexicana y el Manual de Mantenimiento del Motor.
- **Recursos Necesarios;** son las mínimas herramientas y equipo que se requieren para poder llevar a cabo la reparación del motor en las instalaciones de la escuela, apegada a las especificaciones que nos demanda el manual de mantenimiento de una reparación mayor del motor Arriel 1B haciendo la mezcla de los recursos deseables y existentes.

### **3.1 Recursos Existentes**

La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Ticomán cuenta con diferentes talleres y salas de cómputo, los cuales facilitarían la realización de herramientas o partes que se necesitan fabricar.

A continuación se menciona la lista de los laboratorios que aportarán beneficios para la reparación mayor del motor.

- **Taller de Motores**
- **Laboratorio de Ensaye de Materiales**
- **Laboratorio de Procesos de Manufactura**
- **Laboratorio de Control Numérico Computarizado**
- **Laboratorio de Ingeniería de Materiales**
- **Laboratorio de Diseño Asistido por Computadora**

En breve se detallará cada uno de los laboratorios con respecto a lo necesario para el funcionamiento de un Taller Aeronáutico Autorizado.

### Taller de Motores<sup>1</sup>

Este taller es de gran utilidad puesto que cuenta con la herramienta básica que se puede utilizar en la mecánica automotriz, utilizando dicha herramienta podemos lograr reducir e innovar usos de la misma para llevar acabo la reparación del motor.

Este taller cuenta con las siguientes herramientas:

- Desarmadores (planos y cruz)
- Pinzas
- Calibradores
- Llaves planas, acodadas, combinadas, de golpe, abiertas y cerradas, vis-sin-fin, ajustables, stillson, de chicharra
- corona 12 ctos
- extractores de espárragos
- ceñidores de segmentos
- escarpas
- punzones
- martillos
- Dados
- Matracas
- Manerales



Fig. 3.1.1 Herramienta Estándar

<sup>1</sup> Imagen e información obtenida de la página oficial de ESIME TICOMAN

## Laboratorio de ensayo de materiales<sup>23</sup>

La aportación de este laboratorio en nuestro trabajo es la de conocer las propiedades mecánicas de los materiales a emplear y realizar inspecciones a dichos materiales.

### Pruebas y ensayos

- Ensayos de Tensión
- Ensayos de Compresión
- Ensayos de flexión
- Ensayos de fatiga
- Pruebas de dureza en escalas Rockwell, Brinell y Vickers para aceros y metales blandos.
- Pruebas de Impacto según métodos Izod-Sharp
- Inspecciones:
  - Rayos X
  - Ultrasonido
  - Líquidos penetrantes
  - Inspección videoscópica

Se cuenta con 2 máquinas universales con capacidades de 25 toneladas y 10 toneladas

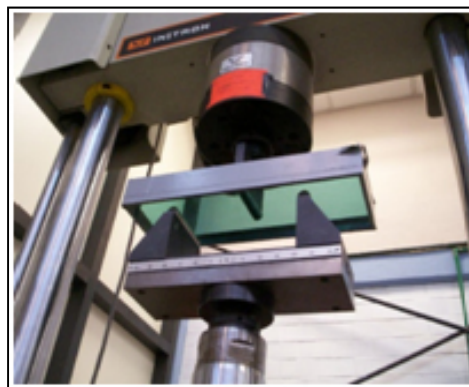


Fig. 3.1.2 Máquina de Ensayos Resistencia Mecánica

---

<sup>2</sup> Imagen e información obtenida de la página oficial de ESIME TICOMAN

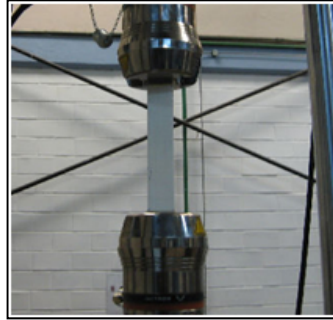


Fig. 3.1.3 Máquina de Ensayos Tensión y Compresión



Fig. 3.1.4 Pruebas de dureza en diversas escalas



Fig. 3.1.5 Pruebas de Resistencia al Medio ambiente

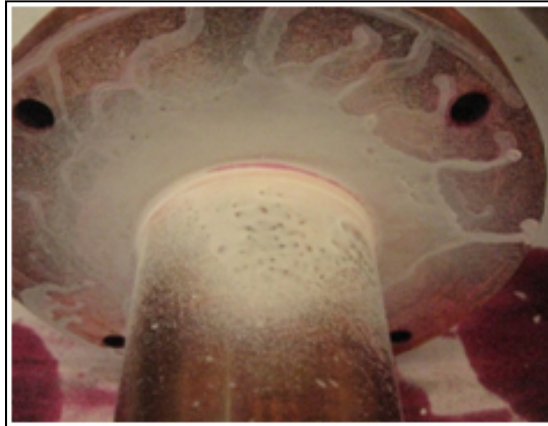


Fig. 3.1.6 Inspección con Líquidos Penetrantes

### **Laboratorio de Procesos de Manufactura**

La utilización de este laboratorio nos aportara la manufactura de piezas, las cuales se adaptarán de acuerdo a las necesidades de los elementos que se nos estén presentando; esto será gracias a las máquinas y herramientas que se tienen en dicho laboratorio.

#### **Equipo y servicios disponibles:**

- Ø Torno paralelo.
- Ø Fresadora universal
- Ø Soldadura por arco
- Ø Soldadura por puntos
- Ø Soldadura TIG (GTAW)
- Ø Taladro de columna.
- Ø Dobladoras, roladoras y cortadoras de lámina



Fig. 3.1.7 Torno paralelo



Fig. 3.1.8 Taladro de columna

### **Laboratorio Control Numérico Computarizado<sup>4</sup>**

Este laboratorio nos proveerá de las herramientas necesarias para poder hacer el maquinado de piezas y en dado caso alguna herramienta que necesitemos utilizar para la reparación del motor Arriel 1B, gracias al torno de control numérico y al software con el que cuenta la escuela.

#### **Servicios disponibles**

- Ø Diseños CAD/CAM/CAE
- Ø Centro de maquinado de 4 ejes
- Ø Torno de control numérico

---

<sup>4</sup> Imágenes e información obtenida de la página oficial de ESIME TICOMAN



Fig. 3.1.9 Torno de control numérico



Fig. 3.1.10 CNC

## Laboratorio de Ingeniería de Materiale<sup>5</sup>

La utilidad de este laboratorio, nos proporcionará las características y propiedades de los materiales, de acuerdo a sus capacidades resistivas a los esfuerzos que se encuentren sometidos.

### Servicios disponibles:

- Ø Temple
- Ø Revenido
- Ø Recocido
- Ø Análisis metalográfico.
- Ø Preparación de muestras
- Ø Análisis de fallas
- Ø Preparación de materiales plásticos y compuestos.
- Ø Reparación de materiales compuestos con equipo Heatcon 9000



Fig. 3.1.11 Preparación de Materiales Compuestos

---

<sup>5</sup> Imagen e información obtenida de la página oficial de ESIME TICOMAN



## Laboratorio de Diseño Asistido por Computadora

En este laboratorio y con la ayuda del software con los que se cuentan, se pueden desarrollar modelos, herramientas y piezas que pueden ser fabricados si es necesario. Para esto la escuela cuenta con diferentes paquetes que son:

- **Unigraphics**
- **ANSYS**

### Unigraphics<sup>6</sup>

NX nos ofrece a los usuarios magníficas armas para derrotar a los enemigos de la innovación en sus procesos de desarrollo de productos digitales, es decir, franquear todos aquellos obstáculos que impiden desarrollar productos mejores de manera más rápida y rentable.

NX es un sistema digital de desarrollo de producto de última generación que ayuda a las empresas a transformar el ciclo de vida del producto. NX, que cuenta con el portfolio más amplio del sector de aplicaciones CAD/CAM/CAE integradas y plenamente asociativas, permite abarcar todos los procesos de desarrollo relativos a diseño de productos, fabricación y simulación.

NX ofrece un paquete más completo de herramientas de automatización de procesos integradas que permiten a las empresas capturar y reutilizar la información de los productos y los procesos y fomentan la implementación de las prácticas recomendadas.

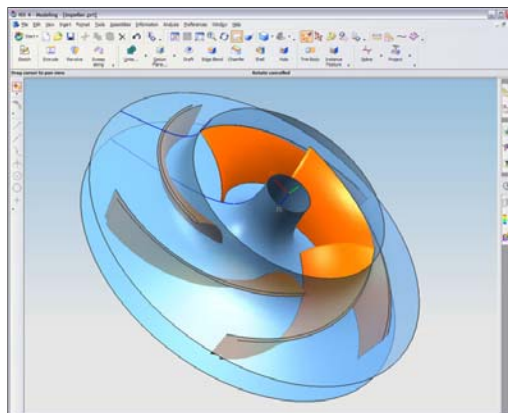


Fig. 3.1.12 Modelado en Unigraphics

<sup>6</sup> **Unigraphics NX de UGS NX y NX de Siemens PLM** es un avanzado CAD / CAM / CAE software utilizado entre otros para: Diseño, Análisis y Fabricación de acabados de diseño.

## ANSYS<sup>7</sup>

ANSYS desarrolla, comercializa y presta soporte a la ingeniería a través de software de simulación para predecir cómo funcionará y reaccionará determinado producto bajo un entorno real. ANSYS continuamente desarrolla tecnología enfocada en la simulación y a través del tiempo ha adquirido otros software para ofrecer un paquete de aplicaciones que pueden ser unificadas para los problemas más complejos. Además presta soporte a la industria.

ANSYS está dividido en tres herramientas principales llamados módulos: pre-procesador (creación de geometría y mallado), procesador y post-procesador. Tanto el pre-procesador como el post-procesador están previstos de una interfaz gráfica. Este procesador de elemento finito para la solución de problemas mecánicos incluye: análisis de estructuras dinámicas y estáticas (ambas para problemas lineales y no-lineales), análisis de transferencia de calor y fluido dinámica, y también problemas de acústicas y de electromagnetismo. Usualmente el uso de estas herramientas se utiliza simultáneamente logrando mezclar problemas de estructuras junto a problemas de transferencia de calor como un todo. Este software es usado también en ingeniería civil y eléctrica, física y química.

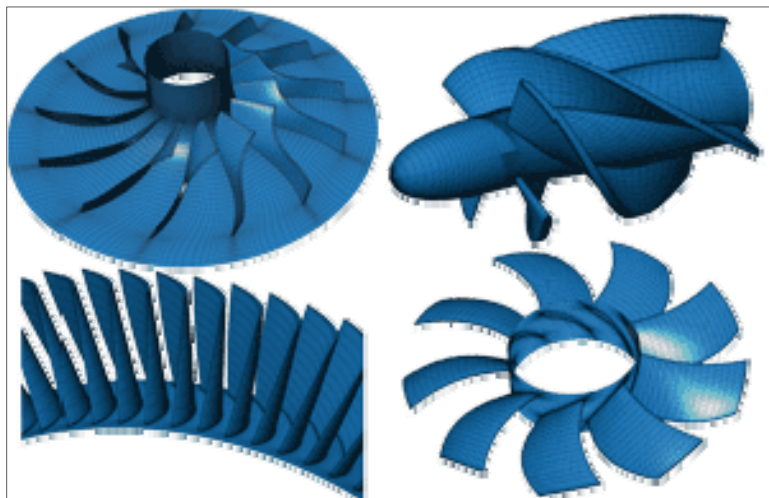


Fig. 3.1.13 Modelado de piezas con software ANSYS

<sup>7</sup> ANSYS, Ins. es un software de simulación ingenieril. Está desarrollado para funcionar bajo la teoría de elemento finito para estructuras y volúmenes finitos para fluidos.

## 3.2 Recursos Necesarios

### Recursos Necesarios

El motor de la aeronave requiere una reparación mayor, con esto se da a entender la necesidad de una reparación profunda en cada uno de sus sistemas principales, y sobre todo la necesidad contar una con una amplia gama de herramientas especiales que se necesitaran para la reparación y para los futuros programas de mantenimiento y sobre todo la importancia de contar como referencia con:

- Manual de Mantenimiento y su documentación complementaria:
  - a) Catálogo de Herramientas y,
  - b) Catálogo de Recambios de Mantenimiento

A continuación se detallan cada uno de capítulos en los que se desglosa el manual de mantenimiento:

- Capítulo 05 Visitas y Periodicidad
- Capítulo 26 Detección de Incendios
- Capítulo 70 Técnicas habituales
- Capítulo 71 Grupo de turbomotor
- Capítulo 72 Turbomotor
- Capítulo 73 Circuito de carburante
- Capítulo 74 Circuito de encendido
- Capítulo 75 Circuito de aire
- Capítulo 77 Control de motor
- Capítulo 79 Circuito de lubricación
- Capítulo 80 Arranque

Como se sabe cada capítulo corresponde a un sistema. Un sistema es una combinación de componentes correlacionados, organizados para cumplir una función. Cada sistema comprende los elementos de base así como los instrumentos, los mandos mecánicos y los equipos eléctricos e hidráulicos ligados al sistema.

Para la facilitación de los distintos tipos de trabajo que se puedan llegar a realizar, se dividió el manual de la siguiente forma:

- Descripción y funcionamiento
- Búsqueda de averías
- Procedimientos particulares
- Desmontaje
- Instalación
- Limpieza
- Desmontaje/Instalación (Sustitución)
- Verificación y control
- Reparación
- Mantenimiento corriente
- Almacenamiento
- Pruebas

En breve se realizará una pequeña explicación de cada uno de los manuales que necesitaremos para guiarnos en los métodos y programación que aplicaremos a la reparación del motor.

#### **\*Manual de Mantenimiento\***

Uso del Manual. Las diversas operaciones de mantenimiento permiten preservar el potencial y el buen funcionamiento del turbomotor, estas operaciones se clasifican en tareas y subtareas. La utilización del turbomotor presenta dos tipos de operaciones de mantenimiento:

- a) Operaciones de mantenimiento obligatorias (Capítulo 5)
- b) Operaciones de mantenimiento eventuales (Búsqueda de averías, Desmontaje e Instalación, Verificación y Control de Módulos, Pruebas con Módulos o Equipos)

El método unificado para numeración de tareas es la siguiente:

Los números de tareas y de subtareas permiten:

- Identificación del material objeto para el procedimiento de mantenimiento
- Describir la función de mantenimiento desarrollada sobre las piezas del turbomotor
- Proporcionar una identificación única para un conjunto específico de instrucciones

El sistema unificado de numeración es una extensión del sistema de numeración ATA con tres grupos de cifras. Incluye siete grupos de caracteres de los que sólo cinco se utilizan en el presente manual.

- (1) Grupos 1, 2, 3.- Se trata de números ATA que identifican el capítulo, la sección y el tema. Estos grupos proporcionan la identificación del sistema y el subsistema involucrados en el procedimiento de mantenimiento. Les siguen los grupos cuarto y quinto, que permiten una identificación clara de las tareas.
- (2) Grupo 4.- El cuarto grupo define numéricamente la naturaleza de la función de mantenimiento. Las dos primeras cifras codifican el programa de mantenimiento. La tercera cifra de este grupo precisa la operación de mantenimiento.
- (3) Grupo 5.- El quinto grupo atribuye un número de orden a todas las tareas y subtareas en las que los cuatros primeros grupos son idénticos.
- (4) Ejemplo de numeración de tarea y subtarea.

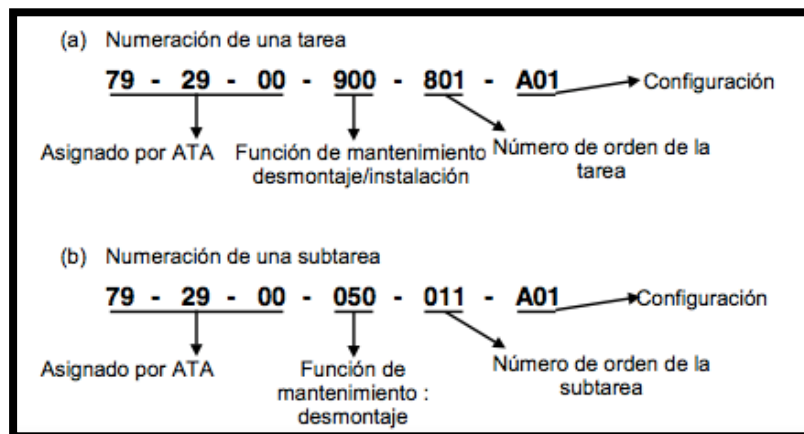


Fig. 3.2.1 Tarea y subtarea

Identificación de los componentes. Los componentes citados en el texto y localizados en las correspondientes figuras se identifican por grupos de cifras separadas por un guión. Estos grupos de cifras corresponden al número de Capítulo-Sección-Tema-Figura-Referencia del componente en el catálogo de recambios del turbomotor.

Composición de la identificación. La identificación del componente comprende el número de Figura-Referencia si el componente pertenece al capítulo, la sección y el tema objeto de la ilustración. La identificación del componente comprende el número de Capítulo-Sección-Tema-Figura-Referencia si el componente pertenece a otro capítulo, sección y tema que los que son objeto del procedimiento de mantenimiento.

### \* Catálogo de Herramientas de Mantenimiento\*

Objeto. El principal funcionamiento de este catálogo es permitir la identificación de las herramientas necesarias para el mantenimiento y sirve de complemento al Manual de Mantenimiento.

Este permite identificar las herramientas por diferentes maneras:

1. Por la función de la herramienta
2. Al ver la herramienta sin conocer su referencia
3. Por la referencia de la herramienta (capítulos, secciones, el sujeto, la figura, indicación y cantidad)

Nomenclatura de las piezas sueltas. Composición. El catálogo esta dividido en capítulos, secciones y sujetos (identificados por tres grupos de dos cifras separados por un guión) y cada uno incluye un cierto número de figuras.

Ejemplo:

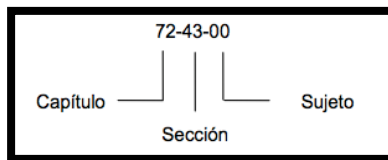


Fig. 3.2.2 Nomenclatura

Siempre se impresas las figuras al vuelto de las hojas y las nomenclaturas correspondientes en el recto que sigue:

Cada principio de capítulo se compone de:

- una lista de validez de páginas,
- un índice,
- una página título de la sección.

Disposición de la nomenclatura. Se describe cada herramienta por una parte figura y una parte texto:

- la parte figura ilustra la herramienta y sus componentes que pueden ser pedidos.
- Dos tablas componen la parte texto. Permiten: designar y describir el uso de la herramienta y dar la nomenclatura de la herramienta y de sus componentes.

Las diferentes columnas de una página de nomenclatura de piezas están en el orden siguiente:

- 1era columna : Número de figura e indicación
- 2nda columna : Referencia de la herramienta
- 3era columna : Referencia de compañía aérea (N/A)
- 4ta columna : Designación
- 5ta columna : Cantidad en cada conjunto
- 6ta columna : Alquiler

Ejemplo:

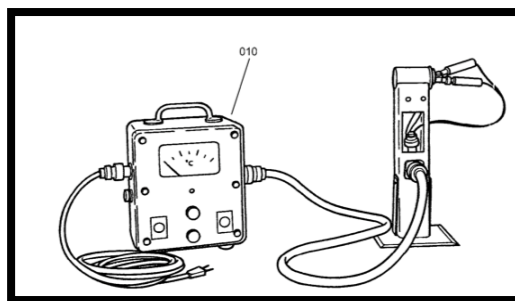


Fig. 3.2.3 Controlador de detector de incendio

FIGURA IND.	REFERENCIA	REF. COMP. AÉREA	DESIGNACIÓN							CAN.	ALQ.
			1	2	3	4	5	6	7		
01											
010	8213229000		CONTROLADOR DE DETECTOR DE INCENDIO							1	

Tabla 3.2.1 Ejemplo

Otros fabricantes de herramienta:

- POEPELMANN GMBH & CO. KUNSTSTOFFWERK-WERKZEUGBAU Bakumer Strasse 73 - Postfach 1160 - 49378 LOHNE - GERMANY
- BNAE (BUREAU DE NORMALISATION DE L'AERONAUTIQUE ET DE L'ESPACE) TECHNOLIS 54 -99 rue Jean-Jacques ROUSSEAU - 92138 ISSY LES MOULINEAUX - FRANCE
- ESPA SA Jean Nicot - Z.I. - B.P. 11 - 77257 BRIE COMTE ROBERT CEDEX - FRANCE

- BOLLHOFF OTALU S.A. Route d'Apremont - Z.I. de l'Albanne - B.P. 68 73493 LA RAVOIRE CEDEX FRANCE
- AVDEL S.A. 33bis Rue des Ardennes - B.P. 4 - 75921 PARIS CEDEX 19 - FRANCE
- SEMIA "LES MARADAS" 1 Bd de l'Oise - 95030 CERGY PONTOISE - FRANCE
- ASSOCIATION EUROPEENNE DES CONSTRUCTEURS DE MATERIEL AEROSPATIAL (AECMA) - GULLEDELLE 94 - B.5 - B-1200 - BRUSSELESS – Belgique

**\*Catálogo de Recambios de Mantenimiento\***

Objeto. Tiene por objeto permitir la identificación y localización de los equipos y piezas que pueden ser sustituidos por el usuario para el mantenimiento de escalones 1 y 2.

El catálogo permite identificar las piezas:

- Por la función de la pieza
- Al ver la pieza sin conocer su referencia
- Por la referencia de la pieza. Remítase:
  - a) Al repertorio numérico de las referencia TURBOMECA que precisa:
    - el número del código OTAN así como la referencia del fabricante cuando el artículo no ha sido fabricado por TURBOMECA,
    - el número de la nomenclatura OTAN,
    - los capítulos, las secciones, el sujeto, la figura, indicación y cantidad.
  - b) Al reportorio alfanúmerico de las referencias FABRICANTES
  - c) Al repertorio numérico de los números de nomenclatura OTAN

Nomenclatura de las piezas sueltas. Composición. El catálogo está dividido en capítulos secciones y sujetos (identificados por tres grupos de dos cifras separados por un guión) y cada uno incluye un cierto número de figuras.

Ejemplo:

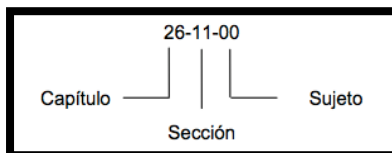


Fig. 3.1.4 Nomenclatura piezas sueltas



Disposición de la nomenclatura. Las diferentes columnas de una página de nomenclatura de piezas están en la orden siguiente:

- 1era columna : Número de figura e indicación (3.3.1)
- 2nda columna : Referencia de la pieza (3.3.2)
- 3era columna : Referencia de compañía aérea (N/A) (3.3.3)
- 4ta columna : Designación (3.3.4)
- 5ta columna : Aplicabilidad (3.3.5)
- 6ta columna : Cantidad en cada conjunto (3.3.6)

Ejemplo:

FIGURA IND.	REFERENCIA	REF. COMP. AÉREA	DESIGNACIÓN							APLIC.	CAN.
			1	2	3	4	5	6	7		
01-001	70BM011000		CONJ. MÓDULO 01 - CAJA DE ACCESORIOS (VÉASE CAP. 72-00-00 FIG. 01 IND. 010)							RF	
3-3-1	010 0301020270		BRIDA DE VACIADO							1	
	020 5x1-5-80V013A		SELLO TÓRICO - VF0235 (9681500504)							1	
3-3-4	030 0292107710		SOPORTE DELANTERO							1	
	032 9820051614		PIEZAS DE FIJACIÓN								
	034 22231BC050022L		TORNILLO							16	3-3-6
			TORNILLO - VF0111 (9820052214)							(2)	
			***								
	060 0084117120		TRENZA DE METALIZACIÓN							1	
	070 0301020270		BRIDA DE VACIADO							1	
	080 5x1-5HP1R		SELLO TÓRICO - VF0235 (9681500501)							1	
	090 CL-VB8946		TAPÓN PARTE MÓVIL - VK0624 (9560130450)							1	
	100 10-8x1-8-64CB		SELLO TÓRICO - VF4482 (9681801082)							2	
3-3-2	110 9892100070		TAPÓN							1	
	120 9892100070		TAPÓN							1	
	130 9794190251		SELLO TÓRICO							2	3-3-4
	180 9767160034		UNIÓN DOBLE							1	
	210 9794190251		SELLO TÓRICO							1	
	300 0292102030		ADAPTADOR REGULADOR							1	
	-300A 0292104700		ADAPTADOR REGULADOR (ALTERNATIVA INDICACIÓN 300)							1	
	302 22231BC050020L		PIEZAS DE FIJACIÓN								
3-3-4	304 9975050024		TORNILLO - VF0111 (9820052014)							6	
			ARANDELA							6	
			***								
	310 04400C00A3U21A7		SELLO TÓRICO - VF0235 (9682004401)							1	

Fig. 3.2.5 Referencia del Manual

Otros fabricantes de recambios.

Consultar el Catálogo de Recambios de Mantenimiento págs. 23-26.

El manual y los catálogos junto con la herramienta son recursos de primera necesidad, debido a que en ellos se llevará el orden de la reparación mayor del motor, como se hace mención en el Manual de Mantenimiento, se realizará el análisis de la herramienta aplicable

a la lista de sistemas que apliquen para dicha reparación y en el orden continuo que se relacione entre el manual y los catálogos. Lista de sistemas:

- Protección Incendio (26)
- Técnicas Corrientes (70)
- Grupo Turbomotor (71)
- Motor (72)
- Combustible (73)
- Aire (74)
- Control Motor (77)
- Aceite (79)

## **SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS**

Vigila el aumento anormal de la temperatura en las zonas sensibles del motor. El detector está situado en la periferia del motor, asegurada por termostatos de doble lámina metálica no estancos. El grupo de mando y control asegura la interfase entre el circuito contra incendios del motor y la aeronave.

El detector de incendios comprende varios detectores compuestos en dos bornes, a los que se conectan los hilos del cableado.

- Detectores de incendio.

(a) Zona fría o zona 1 (situada en la parte delante del plan de unión entre el cárter del compresor y la cámara de combustión)

Lada izquierdo : 2 detectores  
Lado derecho : 1 detector

(b) Zona caliente o zona 2 (situada en la parte trasera del mismo plano)

Lada izquierdo : 2 detectores  
Lado derecho : 1 detector .-

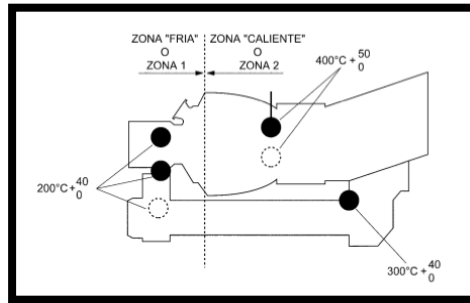


Fig.3.2.6 Zonas de Detección de Incendios

Cada detector contiene un conjunto de termostatos de doble lámina metálica que se deforman cuando se produce una elevación anómala de la temperatura, y que se separan provocando el incendio de un testigo de alarma rojo en el panel de control del piloto.

Los detectores de incendios están constituidos por :

- un cuerpo,
- un aislante, que recibe los bornes positivos y negativos,
- un elemento de doble lámina metálica (bilamina) con un contacto,
- un elemento de doble lámina metálica (bilamina) calorifugada, con un contacto,
- un tope inferior,
- un tope de tarado del umbral de detección.

#### Funcionamiento

Se presentan dos casos de funcionamiento ; un aumento lento de la temperatura o un aumento brusco de la misma.

- Aumento lento de la temperatura

Si el aumento de la temperatura es lento, la doble lámina calorifugada recibe, a pesar de su aislante, tanto calor como la doble lámina desnuda, así, ambas bilaminas se deforman igual. Una vez alcanzado el umbral de detección, la doble lámina calorifugada se encuentra con el umbral de tarado, mientras que la bilamina desnuda continua deformándose. Los contactos se separan

- Aumento rápido de la temperatura.

La doble lámina desnuda recibe más calor que la bilámina calorifugada y se deforma más deprisa. Los contactos se separan antes que la doble lámina calorifugada haya alcanzado su tope.

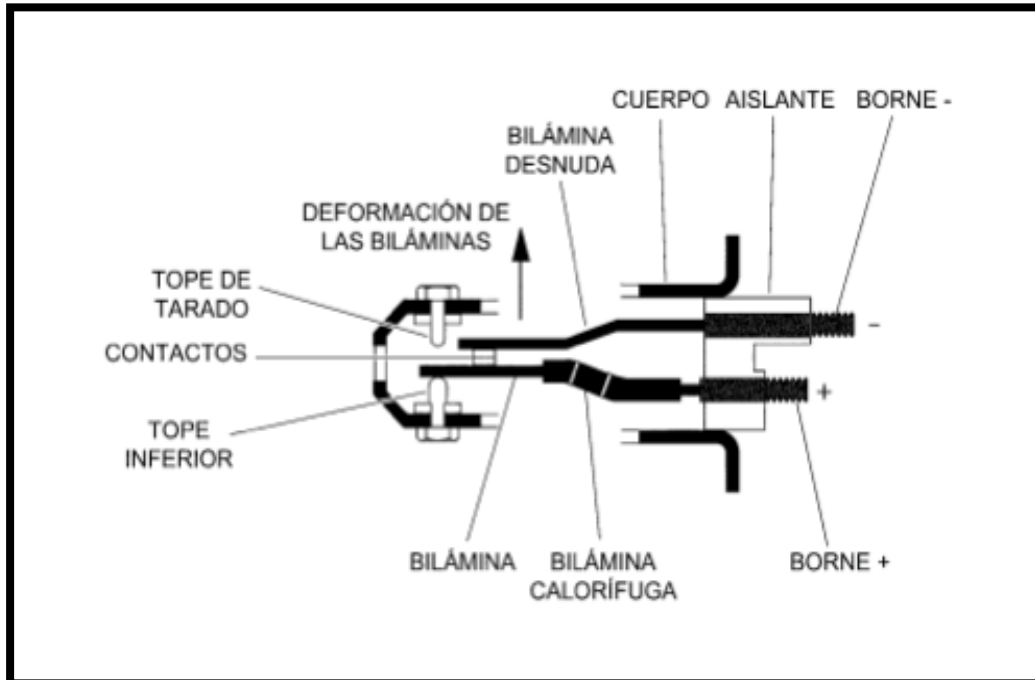


Fig.3.2.7 Detector de Incendios

A continuación se mencionarán las tareas principales al sistema de detección de incendios junto con su herramienta necesaria para su verificación y reparación.

Herramienta estándar	Productos y Consumibles	Recambios sistemático	Recambios (si son necesarios)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta estándar de mecánico</li> <li>- Multímetro digital o de aguja <ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m</li> </ul> </li> <li>- Herramientas estándar de electromecánico y electricista mecánico</li> <li>- Multímetro digital o de aguja (clase 0,5)(E)</li> <li>- Control de aislamiento bajo 45 volts</li> <li>- Resistencia ajustable 12 <math>\Omega</math> 75 W</li> <li>- Amperímetro</li> <li>- Fuente de alimentación de corriente continua variable de 30 Vcc</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tricoloretano y Pasta R.T.V. 111</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuerca con autofreno (18 piezas)</li> <li>- Detector de incendios (6 piezas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Detector de incendios</li> <li>-Canaleta (1 pieza)</li> <li>- Soporte (1 pieza)</li> <li>- Banco de prueba L'HOTELLIER type 1274-1 o</li> <li>- Banco de prueba L'HOTELLIER type 1274-4</li> </ul>

Tabla 3.2. 2 Tareas principales Detección Incendio

## TECNICAS CORRIENTES

El objetivo de estas es recordar las precauciones y las técnicas corrientes a observar en la aplicación de las instrucciones relativas a la conservación y el mantenimiento de un motor, tomando como medidas de precaución que las operaciones incluidas en el manual solo deberán ser ejecutadas por personal de TURBOMECA o bien por especialistas que estén capacitados y que estén autorizados por TURBOMECA.

Se deberán tener en cuenta que en cada de fase de las operaciones de conservación y en mantenimiento:

- Utilizar la documentación técnica
- Utilizar correctamente las herramientas apropiadas
- Respetar una limpieza escrupulosa
- Evitar la entrada de cuerpos extraños al motor

Para el desmonte de piezas debemos de tomar en cuenta las limitaciones e instrucciones particulares del manual de mantenimiento. A fin de seguir lo siguiente:

### A. Piezas consumibles

- Deshacerse de las piezas que no se van a volver a utilizar tan pronto como sean desmontadas, como juntas tóricas de caucho sintético, juntas planas, chapas de freno, etc.
- No mezclar las piezas nuevas con las piezas desechadas.

### B. Identificación previa al desmontaje

- Identificar sistemáticamente las piezas en el desmontaje para facilitar las operaciones de instalación.

### C. Separación de componentes

- Golpear ligeramente con un mazo de caucho en la periferia del componente para su separación
- Utilizar los extractores aconsejados.

En temas de limpieza no se deberá utilizar tricloroetileno ni utilizar cloro como disolvente en aleaciones de titanio y, adoptar precauciones de uso: disolventes, inflamables, riesgo de incendio. Por lo tanto no se deberán olvidar las instrucciones de inspección que constan de una exploración meticulosa previa al montaje/desmontaje en busca de cualquier deterioro o indicio de rozamiento.

A continuación se enlistará la lista de tareas de mantenimiento junto con la herramienta necesaria, correspondientes a los subtemas de las técnicas corrientes:

<b>Herramienta estándar</b>	<b>Productos y Consumibles</b>	<b>Herramienta especial</b>	<b>Recambios sistemáticos</b>	<b>Recambios (si son necesarios)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pincel o brocha.</li> <li>Trapos limpios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disolvente clorado o gasolina F –</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pincel o brocha</li> <li>- Pistola.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extractor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasta de juntas universal - SQ32L.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alicates para zapatas de freno o cono de montaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Roscas suministradas referencia TURBOMECA</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta de montaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina F o</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas apropiadas para el</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta de rotura por arrastre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- disolvente clorado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>montaje/desmontaje de juntas magnéticas</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fijador de juntas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Papel de lija: grano de aproximadamente 400.</li> </ul>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave dinamométrica - 3 N.m a 25 N.m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintura SUPERTHER</li> </ul>			

<p>- Alicates para conectores</p> <p>- Juego de obturadores para conectores eléctricos.</p>	<p>M Ref. 191770 en aerosol de 400 ml.</p> <p>- Aceite de motor limpio o vaselina mineral pura</p> <p>-</p> <p>Desengrasant e tipo tricloroetano</p> <p>- Trapo sin pelusa</p> <p>- Lubrificante (entregado con la junta magnética)</p> <p>- Aceite de motor limpio</p> <p>-</p> <p>Desengrasant e HYSO 97/1 Endurecedor EA 2000</p> <p>- Pintura A.D. AEROSPACE</p>			
---	--	--	--	--



	FINISHES			
	- Diluyente ASTRAL SA2/CM65 o SA18			

Tabla 3.2.3 Tareas de Mantenimiento

### GRUPO DE TURBOMOTOR

El ARRIEL 1B es un turbomotor de turbina libre que acciona una toma de movimiento por medio de un reductor.

La turbina libre gira a una velocidad constante de 39.794 r.p.m, es decir: 6000r.p.m. para el piñón de salida del reductor.

El sentido de rotación, visto desde detrás del motor es:

- Sentido contrario a las agujas del reloj para el generador de gas,
- Sentido horario para la turbina libre y el piñon de salida del reductor

El turbomotor se suministra equipado para permitir su instalación y su utilización en un helicóptero y comprende:

- Los dispositivos de arranque y de regulación,
- El circuito de engrase (excepto el depósito y el radiador),
- Los dispositivos de CONTROL y de funcionamiento.

La masa del turbomotor ARRIEL 1B suministrado por TURBOMECA es igual o inferior a 115 kg. Rendimientos mínimos (en banco de ensayo, sin toma de muestras de aire).

Régimen de utilización	Potencia en kW	Consumo específico g/kW.h

Régimen de despegue	478	353,5
Régimen máx. continuo	440	358

Tabla 3.2.4 Especificaciones Motor

Accesorios montados en el motor por el fabricante de la aeronave.

- Generador-motor de arranque
- Transmisor de la presión de aceite

Accesorios que se pueden montar en el motor.

- Alternador
- Transmisor taquimétrico para la turbina libre

Accesorios suministrados con el motor por Turbomeca

- RF: Reparable por el fabricante o un taller autorizado
- C: Consumible

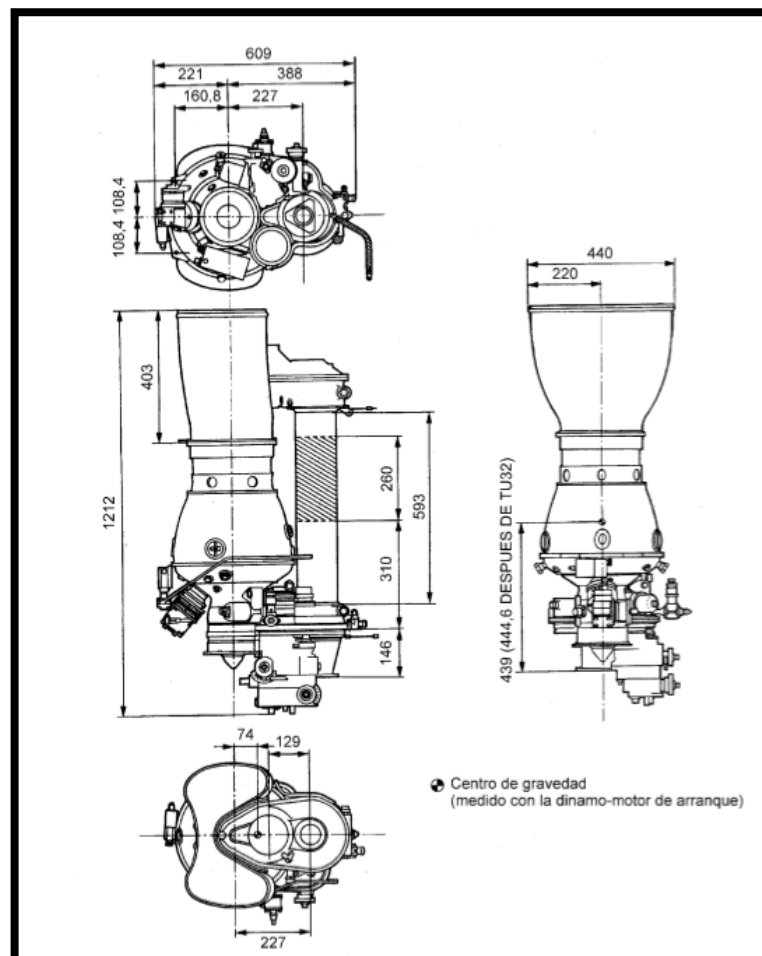


Fig. 3.2.8 Dimensiones del Motor

Herramienta necesaria para el cumplimiento del mantenimiento:

Herramienta estándar	Productos y Consumibles	Herramienta especial	Recambios sistemáticos	Recambios (si son necesarios)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lona.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m</li> <li>- Alicates de desforrado tipo STRIPMASTER o equivalente</li> <li>- Alicates para embutir tipo AMP 46673 (verificado y tarado)</li> <li>- Pistola de aire caliente.</li> <li>- Multímetro numérico o de aguja (clase 0,5)</li> <li>- Controlador de aislamiento a 45 voltios</li> <li>- Clavijas hembra con exterior aislado (x2) (para</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Talco o grasa de silicona</li> <li>- Cinta adhesiva</li> <li>- Bolsas deshidratantes (x10) peso: 600 g (1.3 lbs.)</li> <li>•</li> <li>- Unidad deshidratante: capacidad de absorción de 72 g (0.16 lbs.) de agua en el aire a 20 %.</li> <li>- Nitrógeno</li> <li>- ARDROX 3965</li> <li>- Aerosol: FRAMET DF 9.</li> <li>- Cable de agarre diám. 0,5 mm.</li> <li>- Producto hidrófugo AIR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carro de transporte</li> <li>- Soporte de máquina</li> <li>- Eslinga del motor No 8812258000 (A)</li> <li>- Soporte de ensamblaje modular N° 8813181000 (B)</li> <li>- Soporte de ensamblaje modular TM038G001.</li> <li>- Frecuencímetro No 8814141000.</li> <li>- 1 unidad de base SYNTHAM 2000-4/V2</li> <li>- Un syntham 2000-4/V2</li> <li>- Un material informático</li> <li>- 1 kit SEMIA</li> <li>- Tarjeta de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pieza de caucho neopreno - 80 x 80 mm / espesor 1 mm (3.15 in x 3.15 in / espesor 0.03 in).</li> <li>- Testigo de humedad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenaje único</li> <li>- Junta</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Tubería de retorno de carburante al depósito</li> <li>Designación</li> <li>- Tubo</li> <li>- Collar</li> <li>- Tubería de vaciado de la válvula de purga</li> <li>- Tubería de M.A.L. del regulador</li> <li>Equipos y material</li> <li>- Grupo de mando y de control</li> <li>- Tapón M10 x 100</li> <li>- Tapón roscado</li> </ul>

<p>clavijas macho de 1 mm de diámetro)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilo de prolongación (x2).</li> <li>- Collar</li> <li>- Soldador térmico.</li> <li>- Secador por absorción de regeneración sin calor.</li> <li>- Lámpara eléctrica.</li> <li>- Lona.</li> <li>- Sistema de lavado de baja presión</li> <li>- Aspirador</li> <li>- Pistola de aire caliente.</li> <li>- Frasco de toma de muestras / Frasco de vidrio - capacidad igual o superior a 30 cm<sup>3</sup></li> <li>- Imán</li> <li>- Hoja de soporte transparente (film de poliéster - 80 micrones)</li> <li>- Lupa de 6</li> </ul>	<p>3634 (OTAN C634)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrotest PG5</li> <li>- Aguarrás</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Tapón A.N.</li> <li>- Bolsas deshidratantes (• peso: 600 g (1.3 lbs.) • Unidad deshidratante: capacidad de absorción de 72 g (0.16 lbs.) de agua en el aire a 20 %)</li> <li>Funda de polietileno - espesor 20/100 mm (0.008 in)</li> <li>- Papel antigrasa</li> <li>- Material de calzado</li> <li>- Material de acolchado</li> <li>- Espuma de polietileno de celdas cerradas.</li> <li>- Talco o grasa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un cable taquímetro</li> <li>- 1 juego TM</li> <li>- Acelerómetro</li> <li>- Un soporte de captador (ANTES DE TU216A)</li> <li>- Cable de alimentación 28 V</li> <li>- 1 maleta de base N° 8817335000 que incluye: una nota técnica,</li> <li>- Tarjetas de registro y plumas</li> <li>1 kit de control N° 8817820000 que incluye: una nota técnica, un grupo de alimentación de la maleta un grupo de toma de velocidad y captador de vibraciones un módulo "TRACKING FILTER" un módulo "MÓDULO INDICADORES" un soporte de captador (ANTES</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obturador</li> <li>- Tapón de plástico</li> </ul>
---	--	---	--	--

<p>aumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Papel de filtro.</li> <li>- Cinta adhesiva transparente</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Alicates para collares Soldador térmico.</li> <li>- Collar</li> <li>- Collar</li> <li>- Cubierta</li> <li>- Manguito</li> <li>-</li> </ul> <p>Cables especiales</p>	<p>de silicona</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cinta adhesiva</li> <li>- Nitrógeno</li> <li>- ARDROX 3965</li> <li>- Aerosol: FRAMET DF 9.</li> <li>- Disolvente.</li> <li>- Gasolina - sin plomo</li> <li>- Aceite de motor.</li> <li>- ARDROX 5516</li> <li>- EXXSOL D30</li> <li>- HYSO 97/1</li> <li>- IND 400</li> <li>- Mezcla de lavado</li> <li>- Producto de lavado autorizado y recomendado (concentración de utilización: 2 %):</li> <li>- ARDROX 6345*</li> <li>- TURCOJET WASH K3 - ZOK27</li> <li>- ARDROX</li> </ul>	<p>DE TU216A) dos acelerómetros</p> <p>Conjunto de medición de vibraciones</p> <p>1</p> <p>vibrómetro 1 cable de enlace</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 soporte de captador (ANTES DE TU216A) -</li> <li>- Eslinga de motor</li> <li>- Contenedor metálico</li> <li>- Dispositivo de control de aislamiento</li> <li>- Eslinga de motor</li> <li>- Carro de transporte</li> <li>- Eslinga de motor</li> <li>- Contenedor metálico</li> <li>- Soldador térmico</li> <li>- Aspirador.</li> <li>- Carro de transporte</li> <li>- Soporte de ensamblaje modular</li> </ul>		
--	--	---	--	--

	<p>6367* (TURBOCLEA N - ARDROX 396/1 E28-1: producto recomendado - ARDROX 396/1 E14 - Agua destilada o desmineralizad a (a temperatura ambiente). - 2 Agua: Agua destilada Agua desmineralizad a. - Aditivos anticongelante s recomendados y autorizados - - Alcohol isopropílico recomendado - - Metanol puro (AIR 3651) autorizado. - Concentración de utilización</p>	<p>- Soporte de ensamblaje modular - Frecuencímetro - Materiales de control preconizados por TURBOMECA. - Pistola pulverizadora de venta en comercios - Dispositivo de pulverización - Depósito generador de presión - Limitador de caudal - Prolongador desviador (configuración 3) - Obturador para la compuerta de descarga - Eslingas de motor No 8812258000 - Contenedor "B9R" plastificado equipado N° 8814401000 - Eslinga de motor</p>		
--	--	--	--	--

	<p>del aditivo en la mezcla</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura ambiente inferior a</li> <li>- Mezcla de lavado</li> </ul> <p>Agua/ARDRO X 6345</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aditivo anticongelante</li> <li>- Cable de agarre diám. 0,5</li> <li>- Multímetro numérico o de aguja (clase 0,5)</li> <li>- Controlador de aislamiento a 45 voltios</li> <li>- Clavijas hembra con exterior aislado (x2) (para clavijas macho de 1 mm de diámetro)</li> <li>- Hilo de prolongación (x2).mm.</li> <li>- Aguarrás</li> <li>- Obturador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenedor metálico</li> <li>- 1 unidad de base SYNTHAM 2000-4/V2</li> <li>- Un syntham 2000-4/V2</li> <li>- Un material informático - 1 kit</li> <li>- 1 kit SEMIA</li> <li>- Tarjeta de trabajo</li> <li>- Cable taquímetro</li> <li>- 1 juego TM</li> <li>□- Acelerómetro</li> <li>- Soporte de captador (ANTES DE TU216A)</li> <li>- cable de alimentación 28 V</li> <li>- Bloque regulador (ARRIEL 1 A1)</li> <li>- Pieza de caucho neopreno</li> <li>- Testigo de humedad.</li> </ul>		
--	--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tapón de plástico</li> <li>- Tapón A.N.</li> <li>- Tapón M10 x 100</li> <li>- Tapón roscado</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Tapón A.N.</li> <li>- Producto hidrófugo AIR 3634 (OTAN C634)</li> <li>- Hydrotest PG5.</li> <li>- Eslinga de motor</li> <li>- Carro de transporte</li> <li>- Bolsas deshidratantes (• Peso: 600 g (1.3 lbs.) • Unidad deshidratante: capacidad de absorción de 72 g (0.16 lbs.) de agua en el aire a 20 % - Funda de polietileno - espesor 20/100 mm</li> </ul>			
--	--	--	--	--



	(0.008 in) - Papel antigrasa - Material de calzado - Material de acolchado - espuma de polietileno de celdas cerradas). - Secador por absorción de regeneración sin calor. - Soldador térmico - Aspirador.			
--	---	--	--	--

Tabla 3.2.5 Tareas de Mantenimiento y Herramientas

## TURBOMOTOR

El turbomotor transforma la energía de la mezcla aire-carburante en potencia mecánica.

Características principales

Las características principales del turbomotor son:

- Tipo: Turbomotor de turbina libre con toma de fuerza delantera por eje exterior
- Consumo específico de carburante al régimen continuo máximo: 358 g/kW.h
- Velocidad del generador de gas N1 (NG): 52.000 r.p.m. (100 %)
  - Sentido de rotación: Sentido antihorario
- Velocidad de la turbina libre N2 (NTL/NR):
  1. 39.794 r.p.m. (100 %) (ANTES DE TU77)
  2. 41.856 r.p.m. (100 %) (DESPUÉS DE TU77)

- Sentido de rotación: Sentido horario
- Velocidad del eje de salida: 6.000 r.p.m. (100 %)

- Sentido de rotación: Sentido horario

NOTA: De acuerdo con la norma, el sentido de rotación es el que se ve desde la parte trasera del motor.

El turbomotor ARRIEL 1 B está formado por cinco módulos.

Un módulo es un subconjunto intercambiable. Cada módulo se identifica mediante una placa colocada en unas guías que van fijadas a los conjuntos.

Los módulos son los siguientes:

- Módulo M01: Caja de accesorios + transmisión.

Véase el capítulo 72-00-61 - Descripción y funcionamiento.

- Módulo M02: Compresor axial.

Véase el capítulo 72-00-32 - Descripción y funcionamiento.

- Módulo M03: Parte de alta presión del generador de gas.

Véase el capítulo 72-00-43 - Descripción y funcionamiento.

- Módulo M04: Turbina libre.

Véase el capítulo 72-00-54 - Descripción y funcionamiento.

- Módulo M05: Reductor.

Véase el capítulo 72-00-15 - Descripción y funcionamiento.

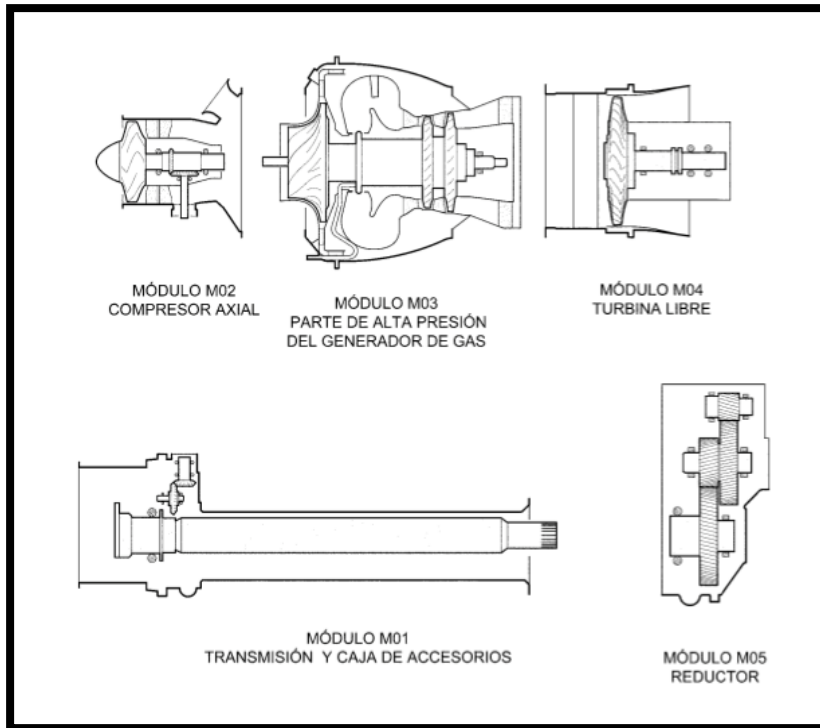


Fig. 3.2.9 Módulos del Motor

#### Identificación de los módulos

Cada módulo se identifica mediante una placa colocada en las guías previstas para ello en los conjuntos. El sistema de guías permite sustituir fácilmente la placa en el caso de una modificación importante que conlleve una ruptura de la intercambiabilidad.

La placa, representada en la Figura 1, incluye: la razón social del fabricante, el tipo de motor, el número individual del módulo y la referencia del módulo. La referencia del módulo consiste en un número de código de 10 caracteres; dicho número de código se divide en cinco grupos:

Grupo 1: es siempre la cifra 7, que caracteriza un conjunto especial de recambio.

Grupo 2: grupo de dos letras que designa la máquina en cuestión. Las letras OB son las asignadas al ARRIEL 1 B.

Grupo 3: grupo de tres caracteres (una letra y dos cifras) que designa el módulo en cuestión: M01, M02, M03, M04 o M05.

Grupo 4: indica el estándar del módulo correspondiente y únicamente cambia en la medida en que una modificación importante cuestiona la intercambiabilidad del módulo.

Por ejemplo: si el estándar de partida es 100, va pasando a 101, 102, etc.

Grupo 5: siempre cero, con el fin de completar el número de código de diez caracteres.

Herramienta necesaria para el cumplimiento del mantenimiento:

<b>Herramienta estándar</b>	<b>Productos y Consumibles</b>	<b>Herramienta especial</b>	<b>Recambios sistemáticos</b>	<b>Recambios (si son necesarios)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Varilla roscada M2 x 0,4</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carburante motor</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm.</li> <li>- Vaselina mineral pura</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm</li> <li>- Barniz rojo</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm.</li> <li>- Cable de freno inoxidable de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave de vaso articulada</li> <li>- Llave especial</li> <li>- Extractor</li> <li>- Llave de vaso de bujía</li> <li>- Llave especial</li> <li>- Frecuencímetro</li> <li>- Grupo para frecuencímetro</li> <li>- Tubería flexible de diámetro 12 mm.</li> <li>- Cubeta de recuperación.</li> <li>- Freno</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Tuerca de autobloqueo</li> <li>- 1 caja de control</li> <li>- 1 fuente de corriente 24 V c.c.</li> <li>- 1 grupo de aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Junta tórica</li> <li>- Junta Sello de garantía</li> <li>- Pasador de horquilla</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Arandela de estanqueidad</li> <li>- Tuerca autofrenada</li> <li>- Junta tórica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvula de nivel</li> <li>-</li> <li>Compensador de temperatura</li> <li>- Cartucho</li> <li>Empalme de inyección</li> <li>- Tubería de alimentación del inyector derecho</li> <li>- Tubería de alimentación del inyector izquierdo</li> <li>- Tubería de la válvula de purga a la</li> </ul>

<p>- Herramientas estándar de mecánico</p> <p>- Llave dinamométrica de 3 N.m. à 25 N.m.</p>	<p>diámetro 0,5 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Queroseno</li> <li>- Grasa AIR 4422.</li> <li>- Vaselina mineral pura</li> <li>- Vaselina para continuidad eléctrica</li> <li>- Carburante motor.</li> <li>- LOCTITE freno de rosca normal</li> <li>- Pegamento LOCTITE IS 495 - Acetona</li> <li>- Carburante motor.</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm</li> <li>- Vaselina mineral pura</li> <li>- Carburante motor.</li> <li>- Vaselina mineral pura.</li> <li>- Cable de freno inoxidable de</li> </ul>	<p>comprimido o de nitrógeno que pueda conectarse al empalme (01-050) (M10 x 1,0).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>válvula de purga de arranque</li> <li>- Tubería de inyección</li> <li>- Tubería de la válvula eléctrica de arranque a la válvula de nivel.</li> <li>- Filtro</li> <li>- Tubería de presión de la bomba a la válvula de purga</li> <li>- Tubería regulador a la válvula de nivel</li> <li>- Tuerca con autobloqueo</li> <li>- Válvula eléctrica de arranque</li> <li>- Tuerca de bloqueo automático</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Válvula eléctrica de arranque</li> </ul>
---	--	--	---

	<p>diámetro 0,5 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 tapones de obturación (M10 X 1,0)</li> <li>- 1 manómetro de 0 a 250 KiloPascales (0 a 2,5 bares)</li> <li>- 1 caja de control</li> <li>- 1 fuente de corriente 24 V c.c.</li> <li>- 1 grupo de aire comprimido o de nitrógeno que pueda conectarse al empalme (1) (M8 x 1,0) en lugar de la tubería de aire P2.</li> </ul>			
--	---	--	--	--

Tabla 3.2.6 Herramienta y consumibles

## CIRCUITO DE CARBURANTE

El circuito carburante de alta presión garantiza las funciones de alimentación, de inyección, de control, de distribución y de regulación del carburante.

Las características principales son las siguientes:

- Alimentación por circuito de baja presión,
- Inyección de arranque por inyectores,
- Inyección principal centrífuga,
- Control manual de seguridad de emergencia
- Regulación mediante un regulador hidromecánico

Los principales elementos del circuito están montados sobre el motor a excepción de los elementos del circuito, responsabilidad del fabricante de la aeronave.

Elementos principales. El circuito carburante de alta presión del motor está formado por:

- Un regulador (consultar el capítulo 73-21-00) que incluye:

Una bomba

Un filtro

Los órganos de regulación.

- Una válvula eléctrica de arranque. Véase el capítulo 73-14-20.

- Una válvula de purga de arranque. Véase el capítulo 73-16-10.

- Una válvula de nivel. Véase el capítulo 73-14-30.

- Una válvula de purga de la rampa de inyección. Véase el capítulo 73-16-20 (algunas válvulas pueden estar equipadas con un mecanismo de sobrevelocidad),

- Un rotor de inyección.

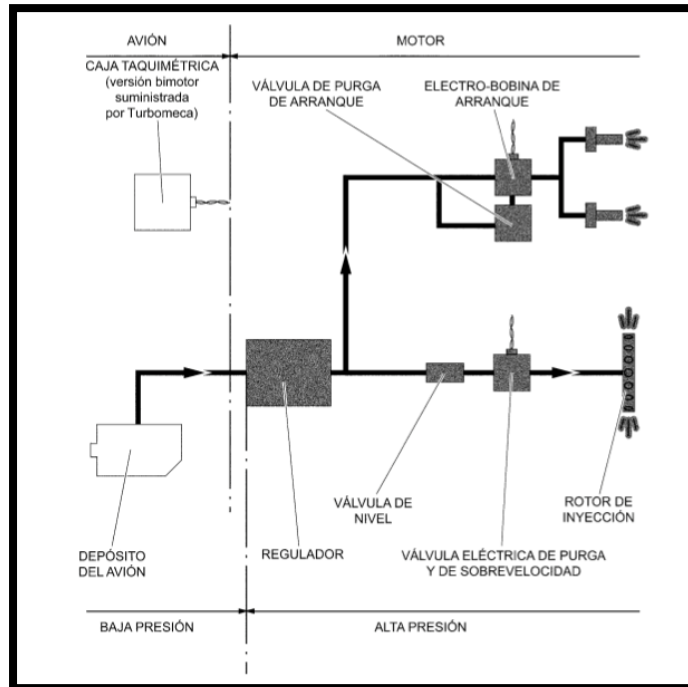


Fig. 3.2.10 Circuito Carburante

Descripción. Circuito carburante de alta presión

El circuito carburante de alta presión está compuesto por los siguientes elementos funcionales:

- Un bloque regulador,
- Una válvula eléctrica de arranque,
- Dos inyectores de arranque,
- Una válvula de purga de arranque,
- Una válvula eléctrica de purga y de sobrevelocidad,
- Una válvula de nivel,
- Un rotor de inyección.

Un bloque regulador

- Un bloque regulador garantiza la puesta a presión del carburante y el mantenimiento de la velocidad de rotación de la turbina libre a un valor constante entre carga mini y carga maxi.



Una válvula eléctrica de arranque

La válvula eléctrica de arranque garantiza el paso del combustible a través de los inyectores. Al término de la secuencia de arranque, la válvula eléctrica corta el paso del carburante: el aire a presión P2 accede a ventilar los inyectores. Un microcontacto corta, para una cierta presión de aire P2, la alimentación de la válvula eléctrica, impidiendo de esta forma una inyección intempestiva.

Dos inyectores de arranque

- Los inyectores garantizan la pulverización del carburante en la cámara de combustión, durante la secuencia de arranque. Durante el funcionamiento del motor son atravesados por la corriente de aire a presión P2.

Una válvula de purga de arranque

- La válvula de purga de arranque garantiza la purga del circuito de alimentación de los inyectores. La válvula de purga se cierra en el momento en que la presión de la bomba de carburante es preponderante.

Una válvula eléctrica de purga y de sobrevelocidad

- La válvula de purga y de sobrevelocidad garantiza la purga de la rampa de inyección durante la parada del motor y el corte rápido del carburante en caso de sobrevelocidad de la turbina libre.

Una válvula de nivel

- La válvula de nivel fija en el arranque el límite de alimentación del rotor de inyección.

## Rotor de inyección

- El rotor de inyección pulveriza finamente por centrifugado el carburante a la cámara de combustión

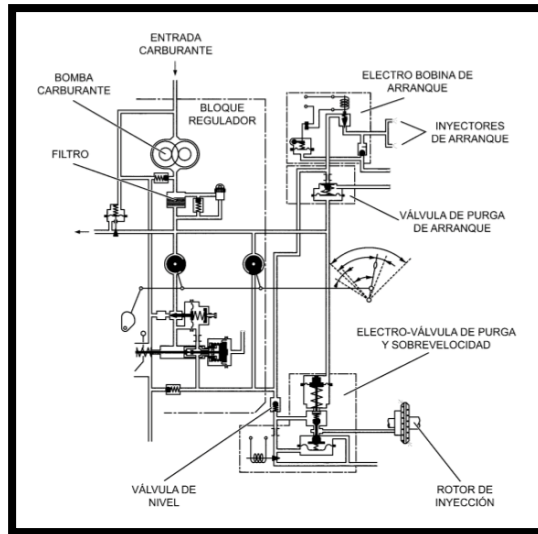


Fig. 3.2.11 Rotor de Inyección

Herramienta necesaria para el cumplimiento del mantenimiento:

Herramienta estándar	Productos y Consumibles	Herramienta especial	Recambios sistemáticos	Recambios (si son necesarios)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Varilla roscada M2 x 0,4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carburante motor</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm.</li> <li>- Vaselina mineral pura</li> <li>- Cable de freno inoxidable de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave de vaso articulada</li> <li>- Llave especial</li> <li>- Extractor</li> <li>- Llave de vaso de bujía</li> <li>- Llave especial</li> <li>- Frecuencímetro</li> <li>- Grupo para frecuencímetro</li> <li>- Tubería flexible de diámetro 12</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Junta tórica</li> <li>- Junta Sello de garantía</li> <li>- Pasador de horquilla</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Arandela de estanqueidad</li> <li>- Tuerca autofrenada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvula de nivel</li> <li>- Compensador de temperatura</li> <li>- Cartucho</li> <li>- Empalme de inyección</li> <li>- Tubería de alimentación</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m. à 25 N.m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>diámetro 0,5 mm</li> <li>- Barniz rojo</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm.</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm</li> <li>- Queroseno</li> <li>- Grasa AIR 4422.</li> <li>- Vaselina mineral pura</li> <li>- Vaselina para continuidad eléctrica</li> <li>- Carburante motor.</li> <li>- LOCTITE freno de rosca normal</li> <li>- Pegamento LOCTITE IS 495</li> <li>- Acetona</li> <li>- Carburante motor.</li> <li>- Cable de freno inoxidable de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>mm.</li> <li>- Cubeta de recuperación.</li> <li>- Freno</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Tuerca de autobloqueo</li> <li>- 1 caja de control</li> <li>- 1 fuente de corriente 24 V c.c.</li> <li>- 1 grupo de aire comprimido o de nitrógeno que pueda conectarse al empalme (01-050) (M10 x 1,0).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Junta tórica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>del inyector derecho</li> <li>designación</li> <li>- Tubería de alimentación del inyector izquierdo</li> <li>- Tubería de la válvula de purga a la válvula de purga de arranque</li> <li>- Tubería de inyección</li> <li>- Tubería de la válvula eléctrica de arranque a la válvula de nivel.</li> <li>- Filtro</li> <li>- Tubería de presión de la bomba a la válvula de purga</li> <li>- Tubería regulador a la válvula de nivel</li> <li>- Tuerca con autobloqueo</li> <li>- Válvula</li> </ul>
---	---	---	--	---

	<p>diámetro 0,5 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaselina mineral pura</li> <li>- Carburante motor.</li> <li>- Vaselina mineral pura.</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm.</li> <li>- 2 tapones de obturación (M10 X 1,0)</li> <li>- 1 manómetro de 0 a 250 KiloPascales (0 a 2,5 bares)</li> <li>- 1 caja de control</li> <li>- 1 fuente de corriente 24 V c.c.</li> <li>- 1 grupo de aire comprimido o de nitrógeno que pueda conectarse al empalme (1) (M8 x 1,0) en lugar de la</li> </ul>			<p>eléctrica de arranque</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuerca de bloqueo automático</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Válvula eléctrica de arranque</li> </ul>
--	---	--	--	--

	tubería de aire P2.			
--	------------------------	--	--	--

Tabla 3.2.7 Herramienta Necesaria para el Circuito Carburante

## CIRCUITO DE IGNICIÓN

Descripción y funcionamiento del circuito de ignición. El circuito garantiza la ignición (inflamación) del carburante pulverizado en la cámara de combustión mediante los inyectores de arranque. Con la excepción del circuito de alimentación eléctrica, todos los elementos están situados sobre el motor.

Elementos principales

Los principales elementos del circuito de ignición son:

- Caja de ignición. Consulte el capítulo 74-11-10
- Cables de ignición. Consulte el capítulo 72-43-00
- Bujía de ignición. Consulte el capítulo 72-43-00

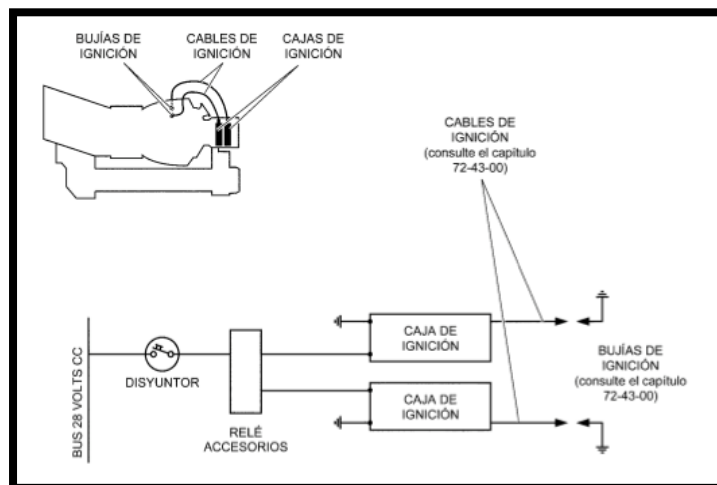


Fig. 3.2.12 Circuito Carburante

Herramienta necesaria para el mantenimiento:

Herramienta estándar	Productos y Consumibles	Herramienta especial	Recambios sistemáticos	Recambios (si son necesarios)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Fuente de alimentación eléctrica de 12 V CC a 30 V CC / 15 A en punta</li> <li>- Voltímetro de cuadro móvil : calibre de 0 a 30 voltios</li> <li>- Amperímetro ferromagnético : calibre de 0 a 3 amperios.</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaselina mineral pura AIR 3565</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generador de alta energía (HE)</li> <li>- Tuerca de bloqueo automático</li> <li>- Tuerca de bloqueo automático</li> </ul>

Tabla 3.2.8 Herramienta y consumibles para Circuito Carburante

### CONTROL DEL MOTOR

El sistema de control permite:

- garantizar que el motor funciona dentro de límites determinados
- detectar una avería o una evolución anormal de los parámetros

- verificar ciertas fases de funcionamiento.

Se distinguen:

- el control de la velocidad de rotación N1 (NG) del generador de gas
- el control de la velocidad de rotación N2 (NTL/NR) de la turbina libre (Responsabilidad del fabricante de la aeronave)
- el control de la temperatura de los gases de la turbina (T4)
- el control del par motor
- el control del circuito de aceite de lubricación
- los pilotos indicadores
- el contador del ciclo.

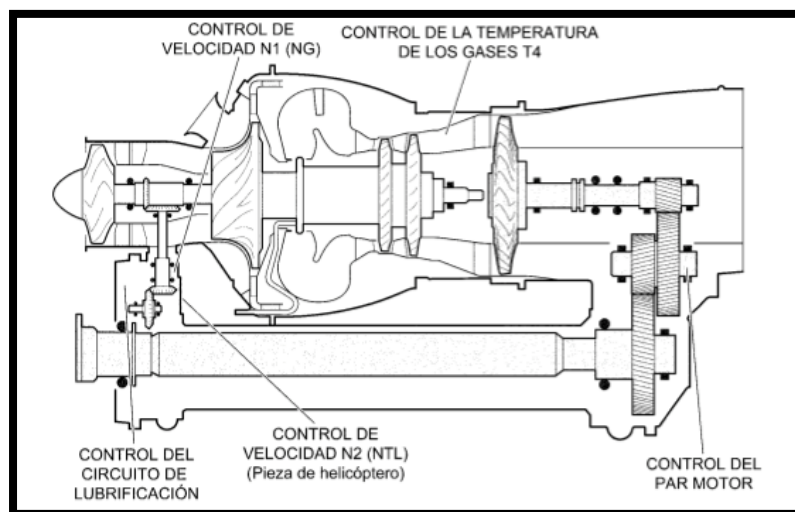


Fig. 3.2.13 Control del Motor

Herramienta necesaria para el cumplimiento del mantenimiento:

Herramienta estándar	Productos y Consumibles	Herramienta especial	Recambios sistemáticos	Recambios (si son necesarios)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Fuente de alimentación de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasta de alta temperatura</li> <li>- Antigripante</li> <li>- Cable de freno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caja de control para caja taquimétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guarnición pirométrica</li> <li>- Transmisor taquimétrico</li> <li>- Junta</li> </ul>

<p>tensión continua pudiendo variar de 18 a 32 V</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un generador BF regulable entre 10 Hz y 200 Hz, tensión de salida 20 V eficaces sobre 1 Kohm</li> <li>- Un frecuencímetro de gama 10 a 200 Hz, resolución 0,01 Hz</li> <li>- Un voltímetro digital continuo, con gama de 20 Vcc, resolución 0,01 V.</li> <li>Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Aparato de medida ISOP 401 o Megóhmetro equivalente (B) - Milióhmetro.</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m. - Extractor</li> </ul>	<p>inoxidable de diámetro 0,5 mm.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaselina para continuidad eléctrica</li> <li>- Aceite de motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositivo de control de aislamiento</li> <li>- Herramientas estándar - Aparato de medida de aislamiento a 50 Vcc - Multímetro digital o analógico.</li> <li>- Herramientas estándar - Herramientas estándar de mecánico - Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> <li>- Herramientas especiales - Llave termopar</li> <li>- Llave termopar</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Casquillo</li> </ul>
---	--	--	--	---



de aluminio.				
--------------	--	--	--	--

Tabla 3.2.9 Herramientas Control del Motor

## CIRCUITO DE AIRE

Para su funcionamiento el turbomotor utiliza varios circuitos de aire:

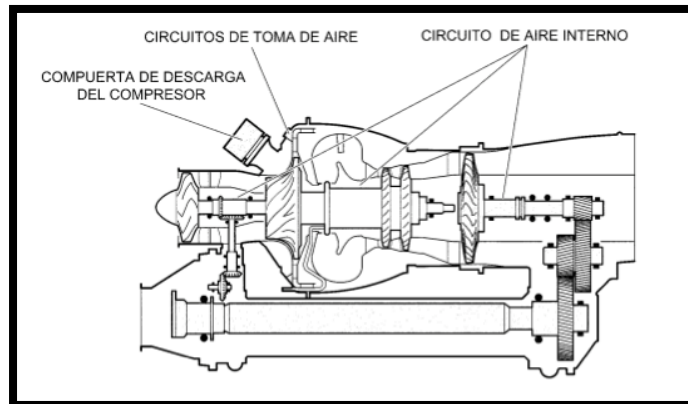


Fig. 3.2.14 Circuito de Aire

- Un circuito denominado interno garantiza:

- La presurización de las juntas laberintos
- El enfriamiento de las piezas internas
- El equilibrio de fuerzas de los grupos móviles.

- Los circuitos de toma garantizan:

- La ventilación de los inyectores de arranque
- Las tomas de muestras de aire a disposición del fabricante de la aeronave
- La toma de presión de aire para el conjunto de regulación
- El control de la compuerta de descarga.

La compuerta de descarga del compresor.

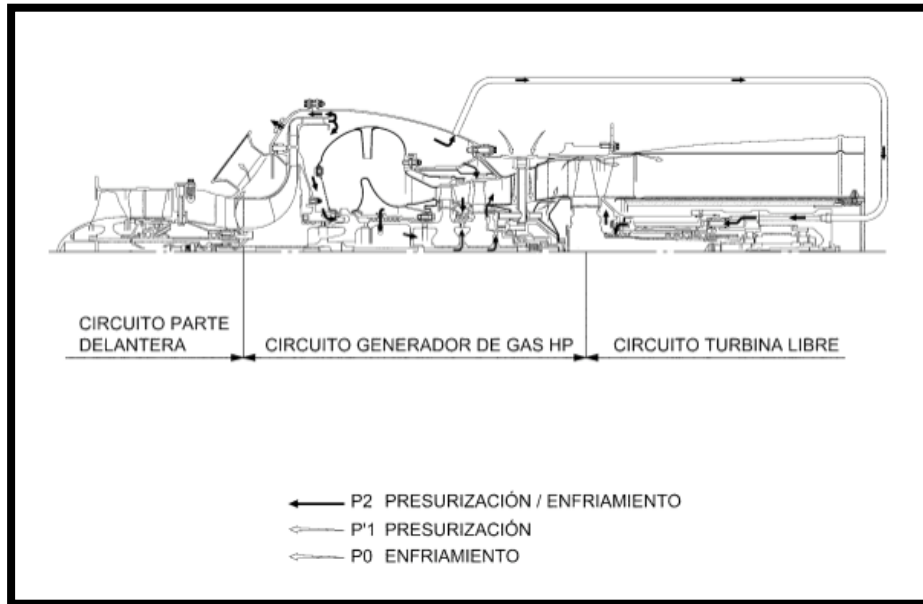


Fig. 3.2.15 Compuesta de descarga del Compresor

Herramienta estándar	Productos y Consumibles	Herramienta especial	Recambios sistemáticos	Recambios (si son necesarios)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multímetro digital o analógico (clase 0,5)</li> <li>- Controlador de aislamiento a 45 voltios</li> <li>- Clavijas hembras exterior aislado (x2) (para clavijas macho de diámetro 1 mm)</li> <li>- Hilo de prolongación (x2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- White spirit</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm</li> <li>- Aceite de motor.</li> <li>- Cable de freno inoxidable de diámetro 0,5 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extractor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Junta tórica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtro</li> <li>- Compuerta de descarga</li> <li>Compuerta de descarga</li> <li>- Tubería P2 turbina libre</li> <li>- Tubería P2 del regulador</li> <li>- Tubería P2 del regulador</li> <li>- Tubería P2</li> </ul>

<p>- Herramientas estándar de mecánico</p> <p>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</p> <p>- Herramientas estándar de mecánico</p> <p>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</p>				<p>de la válvula eléctrica de arranque</p>
---	--	--	--	--

Tabla 3.2.10 Herramienta Circuito de Aire

### CIRCUITO DE LUBRIFICACIÓN

El circuito de aceite garantiza la lubricación y la refrigeración del motor. Todos los elementos del circuito de lubricación se encuentran encima del motor, con la excepción del depósito, la sonda de temperatura del aceite y el radiador.

NOTA: En algunos modelos, la sonda de temperatura del aceite está situada sobre la entrada de aceite de la bomba de aceite.

#### Características principales

Las características principales son las siguientes:

- Tipo de circuito: presión variable, caudal total, cárter seco, aceite sintético
- Temperatura máxima del aceite: 115°C (239°F)
- Presión mínima del aceite: 90 ó 130 kPa (13 ó 18,85 PSIG) según modelo

- Presión máxima del aceite: 800 kPa (116 PSIG)
- Presión del aceite: □□300 kPa (43,5 PSIG)
- Consumo máximo de aceite: 0,3 l/h ó 0,15 l/h según modelo.

#### Puntos de lubricación

Requieren lubricación los elementos siguientes:

- Paliers delanteros del generador de gas
  - Palier del compresor axial
  - Palier del compresor centrífugo
  - Palier del árbol motor de los accesorios
- Palier trasero del generador de gas
- Palier de la turbina libre
- Reductor
- Caja de accesorios.

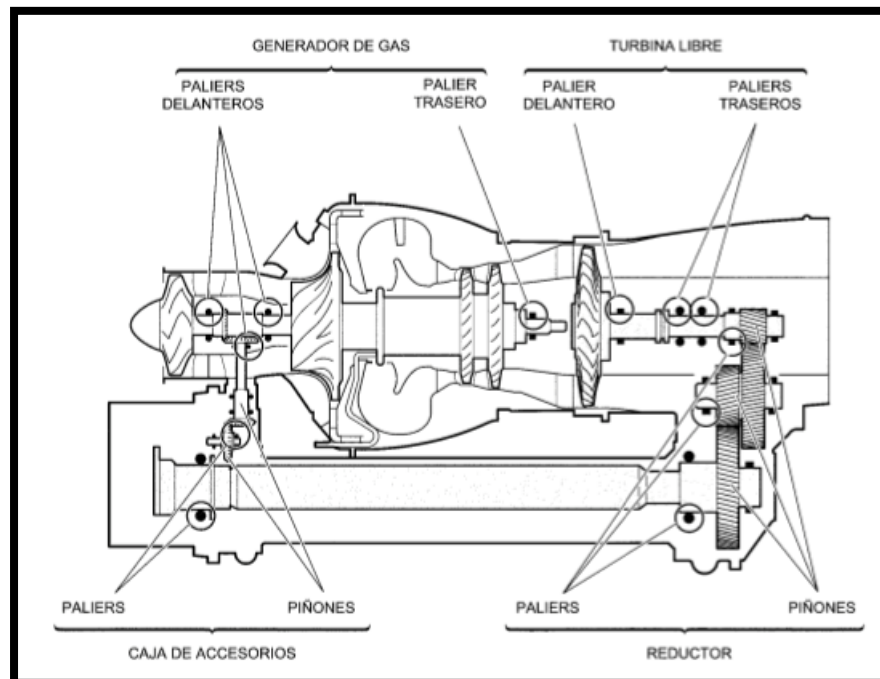


Fig. 3.2.16 Circuito de Aire General

El circuito de aceite incluye todos los elementos necesarios para la lubricación:

- Bombas
- Filtro
- Filtros de rejilla
- Desgasificador
- Dispositivos de control
- Depósito y radiador de aceite suministrados por el fabricante de la aeronave (véase el manual del fabricante).

Funcionamiento

Las funciones del circuito de aceite son las siguientes:

- Alimentación de aceite
- Recuperación de aceite
- Desgasificación
- Control.

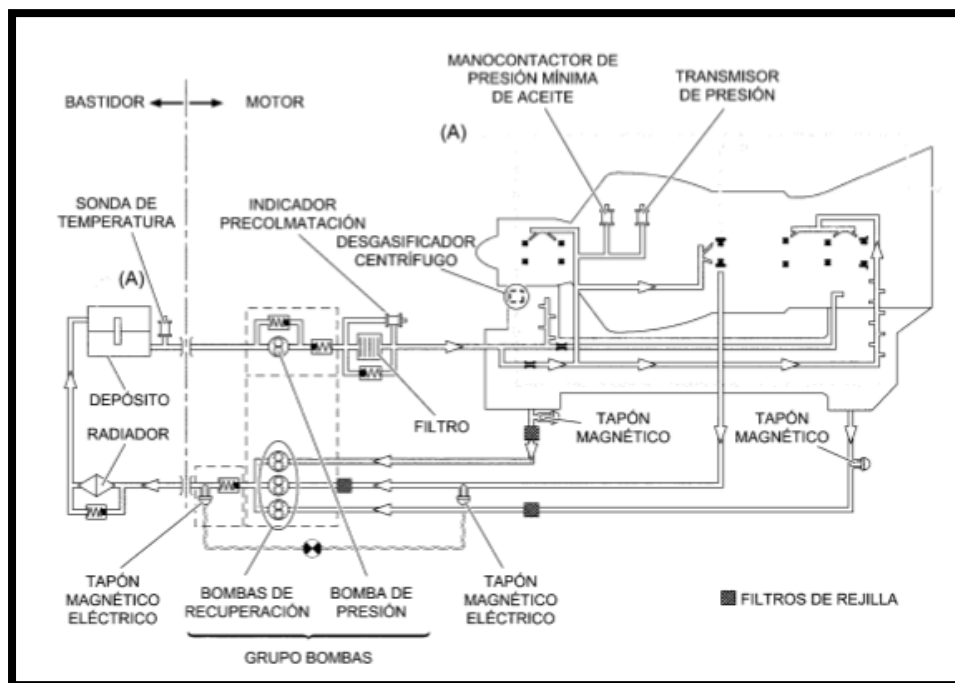


Fig. 3.2.17 Circuito de Aire

Herramienta Necesaria para el cumplimiento del mantenimiento

Herramienta estándar	Productos y Consumibles	Herramienta especial	Recambios sistemáticos	Recambios (si son necesarios)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Objeto metálico limpio: 55 g + 1 g.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Lupa : 6 aumentos.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Llave dinamométrica de 25 N.m a 50 N.m.</li> <li>- Llave dinamométrica de 25 N.m a 50 N.m.</li> <li>- Herramientas estándar de mecánico</li> <li>- Multímetro digital.</li> <li>- Llave dinamométrica de 3 N.m a 25 N.m.</li> <li>- Hilo de retención inoxidable de 0,5 mm de diámetro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tricloroetano</li> <li>- White spirit</li> <li>- Papel de filtro (o un paño blanco limpio)</li> <li>- Papel adhesivo transparente</li> <li>- Vaselina (para la continuidad eléctrica).</li> <li>- Aceite de motor</li> <li>- Hilo de retención inoxidable de 0,5 mm de diámetro.</li> <li>- Aceite de motor</li> <li>- Hilo de retención inoxidable de 0,5 mm de diámetro.</li> <li>- Banco de reglaje</li> <li>- Enlace</li> <li>- Soporte</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Generador de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banco de reglaje</li> <li>• Racor</li> <li>• Junta tórica</li> <li>- Tubería de vaciado</li> <li>- Manómetro de bolsillo equipado</li> <li>- Tuberías y racores</li> <li>- Racor para toma de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arandela de retención</li> <li>- Junta tórica</li> <li>Manocontacto r de presión mínima de aceite</li> <li>- Junta tórica</li> <li>- Anillo de estanqueidad</li> <li>- Junta - Junta tórica - Junta - Filtro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtro de rejilla</li> <li>- Conjunto de tapón magnético eléctrico</li> <li>- Perno hueco del tapón magnético eléctrico</li> <li>- Perno hueco del tapón magnético eléctrico en cambios ocasionales</li> <li>Designación</li> <li>- Parte móvil del tapón magnético eléctrico</li> <li>- Parte móvil del tapón magnético eléctrico</li> <li>- Junta tórica - Junta tórica</li> <li>-</li> <li>Manocontacto r de presión mínima de aceite</li> </ul>

	<p>hidráulica</p> <p>- Enlace</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubería de lubricación del palier delantero</li> <li>- Cantidad los paliers delantero y trasero</li> <li>- Tubería de salida de lubricante hacia</li> <li>- Tubería de retorno de lubricante del palier trasero</li> <li>- Anillo de retención</li> <li>- Deflector palier trasero</li> <li>- Tubería de lubricación del palier trasero</li> <li>Recambios ocasionales</li> <li>Designación</li> <li>- Tubería de desgasificación del palier trasero</li> <li>-Junta</li> </ul>
--	-----------------------------------	--	--	--

Tabla 3.2.11 Herramientas Circuito de Aire

## ARRANQUE

La descripción del funcionamiento del arranque del grupo de turbomotor tiene como soporte los esquemas eléctricos de TURBOMECA, estos agrupan los circuitos del sistema de arranque al igual que los circuitos de control del motor. Los esquemas se han diseñado en reposo, con el motor parado y la alimentación cortada.

Descripción funcional de los principales equipos que contribuyen al arranque

Equipos del motor:

(a) Generador de arranque (pieza del helicóptero)

En el arranque, pone el motor en movimiento de rotación, hasta la velocidad de autonomía. En funcionamiento normal, asegura la generación eléctrica en corriente continua.

(b) Generadores de alta energía. Consulte el capítulo 74-11-00

En número de dos, cada uno asegura la alimentación en corriente de alta energía de dos arrancadores que provocan, al comienzo del arranque, la inflamación de la mezcla de aire y carburante en la cámara de combustión.

(c) Válvula eléctrica de arranque. Consulte el capítulo 73-14-20

Asegura la alimentación de carburante de los inyectores durante la fase de arranque. En marcha normal, asegura la ventilación de los inyectores por aire P2.

(d) Válvula de purga de la rampa de inyección. Consulte el capítulo 73-16-20

En el arranque, la purga está cerrada y permite la llegada del carburante al rotor de inyección del motor.

(e) Compuerta de descarga (electroneumática). Consulte el capítulo 75-31-00

Asegura la descarga del aire P1 con el fin de facilitar el arranque y de evitar el bombeo del compresor a velocidades de rotación débiles. Se controla mediante una señal eléctrica.

Equipos de la unidad

(a) Caja taquimétrica. Consulte el capítulo 77-31-30



Caja de mando de la compuerta de descarga y su relé, que recibe las señales de frecuencia del transmisor taquimétrico descrito en el capítulo 77-31-30, con el fin de controlar el cierre y la apertura de la compuerta de descarga descrita en el capítulo 75 en el momento oportuno.

(b) Relé “m”

Cuando se excita, permite por sus contactos la alimentación del contactor de arranque, el funcionamiento de los generadores de HE y el de la válvula eléctrica de arranque.

(c) Contactor de arranque

Una vez que recibe la orden, sea directamente mediante el botón impulsor de “ventilación” o por medio del relé “m” tras accionar el botón de “arranque”, provoca la entrada en servicio del arrancador.

(d) Botón de “arranque”

Recibe alimentación del relé “S” y permite la alimentación del relé “m” cuando se solicita.

(e) Botón de “ventilación”

Permite la alimentación directa del contactor de arranque cuando se solicita.

(f) Diodos

En número de cuatro (D-D1-D2-D3), permiten la absorción de la corriente extra de ruptura, con el fin de proteger los contactos.

(g) Disyuntores

- Un disyuntor de “arranque” 10 A permite la alimentación y la protección del circuito de arranque y ventilación.

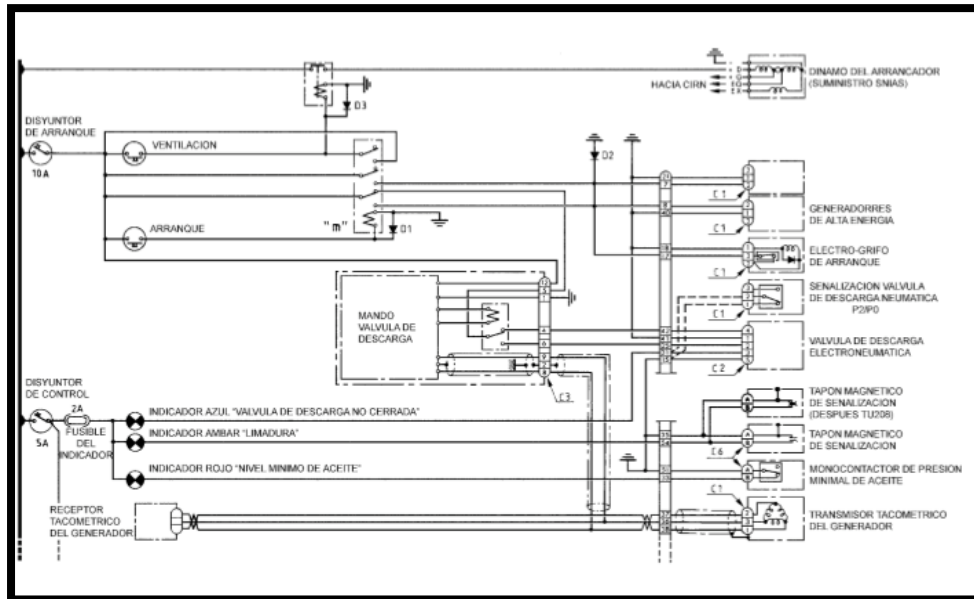


Fig. 3.2.18 Arranque

Herramienta Necesaria para el cumplimiento del mantenimiento. (N/A)

### 3.3 RECURSOS DESEABLES

Aclarando la definición de Recursos Deseables que estamos manejando en este proyecto, es la relación de los recursos existentes los cuales son los elementos, maquinas y herramientas con los que cuenta la escuela y los recursos necesarios son los que demanda el manual de mantenimiento que se necesitan emplear para lograr efectuar la reparación del motor Arriel 1B.

De acuerdo a esta relación y analizando los elementos con los que dispone la escuela y considerando el catálogo de herramientas del manual de mantenimiento se puede detectar lo siguiente:

HERRAMIENTA	RENTA/FABRICACION
CONJ. PLATAFORMA DE PROTECCIÓN	FABRICACION DE HERRAMIENTA
EQUIPO ESPECIAL PARA BASTIDOR GIRATORIO	FABRICACION DE HERRAMIENTA
BASTIDOR GIRATORIO	FABRICACION DE HERRAMIENTA

CALA	RENTA DE HERRAMIENTA
TUBERÍA DE VACIADO	FABRICACION DE HERRAMIENTA
PLACA DE SOPORTE GENERADOR	FABRICACION DE HERRAMIENTA
BRIDA DE SUSPENSIÓN REDUCTOR	FABRICACION DE HERRAMIENTA
JUEGO DE LLAVES ENSAMBLAJE COMPRESOR AXIAL	FABRICACION DE HERRAMIENTA
HERRAMIENTA APRIETE/AFLOJAMIENTO CONO DE ENTRADA	RENTA DE HERRAMIENTA
GRUPO HIDRÁULICO	RENTA DE HERRAMIENTA
BRIDA DE SUSPENSIÓN	RENTA DE HERRAMIENTA
EXTRACTOR DE ARANDELA R1	FABRICACION DE HERRAMIENTA
EXTRACTOR CÁRTER DE ENTRADA AXIAL COMPLETO	RENTA DE HERRAMIENTA
PLANTILLA DE CONTROL EROSIÓN DE ÁLABES COMPRESOR	FABRICACION DE HERRAMIENTA
EXTRACTOR DE TAPA COMPRESOR	FABRICACION DE HERRAMIENTA
HERRAMIENTA DE CONTROL DE PERMEABILIDAD	RENTA DE HERRAMIENTA
GUÍA DE ENDOSCOPIO	FABRICACION DE HERRAMIENTA
CONJUNTO GENERADOR DE LUZ	FABRICACION DE HERRAMIENTA
HERRAMIENTA DE CONTROL ENDOSCÓPICO	RENTA DE HERRAMIENTA

LLAVE PARA TUBOS COJINETE TRASERO	FABRICACION DE HERRAMIENTA
EXTRACTOR DE CASQUILLOS	FABRICACION DE HERRAMIENTA
JUEGO DE 3 PIES DE CENTRADO DIFUSOR TURBINA LIBRE	RENTA DE HERRAMIENTA
JUEGO DE 4 PERNOS DE GUÍA	RENTA DE HERRAMIENTA
TRÍPODE (SOPORTE GENERADOR DE GAS)	RENTA DE HERRAMIENTA
EXTRACTOR	RENTA DE HERRAMIENTA
MANDRIL DE MONTAJE DE COJINETE	RENTA DE HERRAMIENTA
PROTECCIÓN ANILLO DE ESTANQUEIDAD	RENTA DE HERRAMIENTA
HERRAMIENTA MONTAJE/DESMONTAJE JUNTAS MAGNÉTICAS	RENTA DE HERRAMIENTA
JUEGO DE LLAVES DE TOMA DE POTENCIA	RENTA DE HERRAMIENTA
EXTRACTOR DE ANILLO DE ESTANQUEIDAD	RENTA DE HERRAMIENTA
MANDRIL DE MONTAJE DEL ANILLO DE ESTANQUEIDAD	RENTA DE HERRAMIENTA
SOPORTE ÁRBOL DE POTENCIA	FABRICACION DE HERRAMIENTA
HERRAMIENTA DE MONTAJE DE LA RUEDA LIBRE	RENTA DE HERRAMIENTA
EXTRACTOR DE COJINETE DE RUEDA LIBRE	FABRICACION DE HERRAMIENTA
MANDRIL MONTAJE/DESMONTAJE ANILLO DE ESTANQUEIDAD	RENTA DE HERRAMIENTA

Tabla 3.3.1 Análisis Fabricación-Renta Herramientas

La tabla anterior pretende seleccionar la herramienta que puede ser fabricada o modificada en la escuela, que no implica mayor problema en fabricarla, puesto que las máquinas y herramientas que tiene la escuela son capaces de aportar los elementos suficientes para poder diseñar, desarrollar y fabricar las herramientas que se requieren.

Para mayores referencias de la herramienta y número de serie, consultar Apéndice de Herramientas.

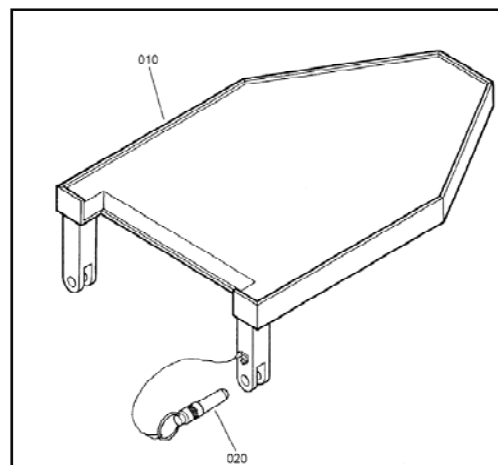


Fig. 3.3.1 CONJ. PLATAFORMA DE PROTECCIÓN

Esta plataforma protege los equipos de la parte superior del motor durante las intervenciones sobre el rotor principal del helicóptero.

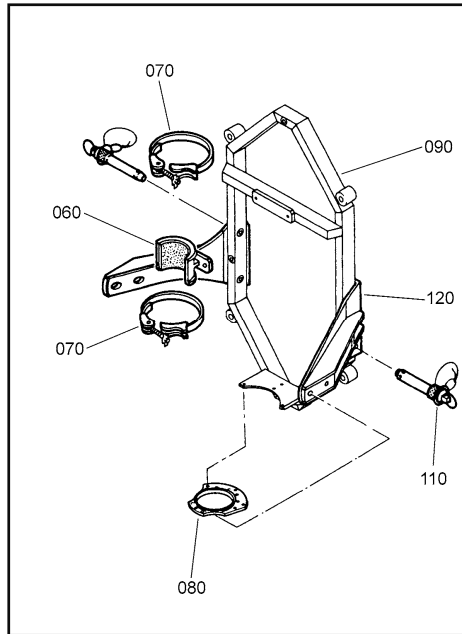


Fig. 3.3.2 EQUIPO ESPECIAL PARA BASTIDOR GIRATORIO  
Equipos que permiten llevar a cabo las operaciones de  
ensamblaje y desensamblaje modular en el taller.

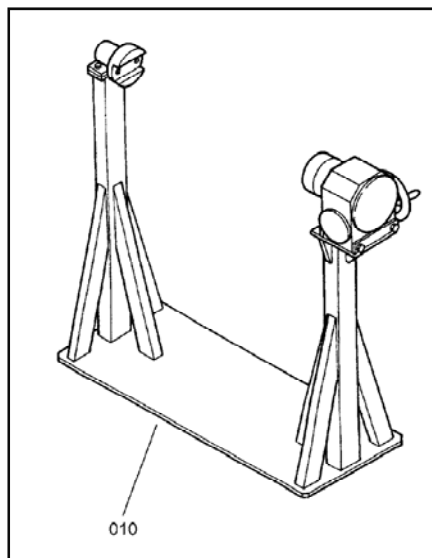


Fig. 3.3.3 BASTIDOR GIRATORIO  
Bastidor que permite llevar a cabo las operaciones de ensamblaje  
y desensamblaje modular en el taller.

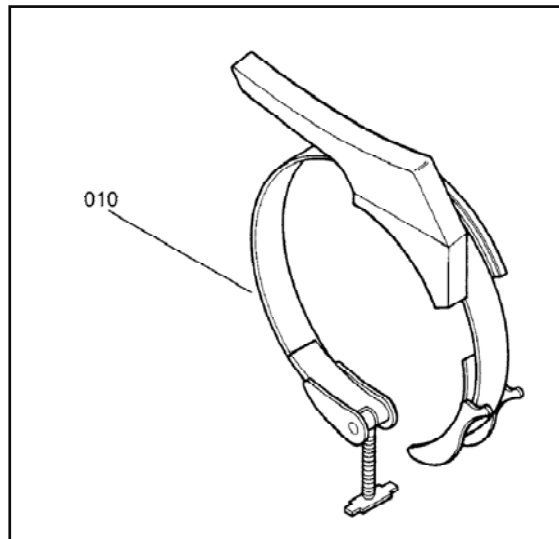


Fig. 3.3.4 CALA

Herramienta necesaria para las operaciones de desmontaje y montaje del Módulo 05 - Reductor

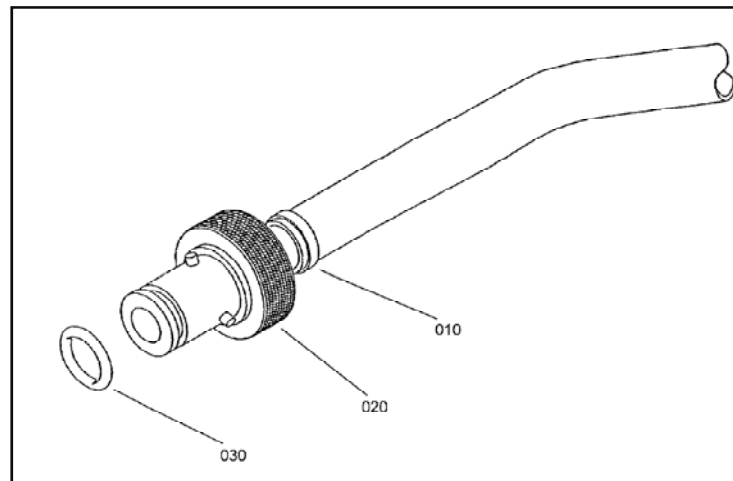


Fig. 3.3.5 TUBERÍA DE VACIADO

Herramienta necesaria para vaciar el circuito de lubricación  
Se pone en lugar del tapón magnético mecánico durante las operaciones de vaciado.

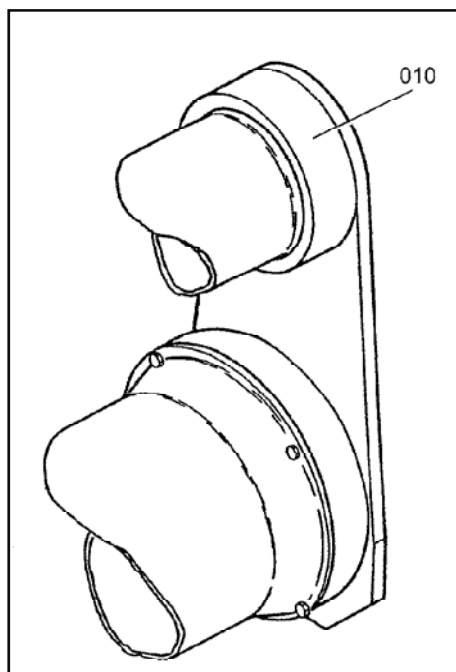


Fig. 3.3.6 PLACA DE SOPORTE GENERADOR

Herramienta necesaria para las operaciones de desmontaje y montaje del Módulo 05 - Reductor

Se requieren también herramientas generales de Mecánica automotriz, lo cual no representa mayor problema puesto que el laboratorio de motores cuenta con ellas y se pueden emplear para la remoción e instalación del motor.

Los siguientes elementos mostrados en la tabla, son componentes los cuales se necesitan limpiar, reemplazar o renovar de acuerdo al uso que presenten, sin embargo se tendría que revisar la situación y vida útil que tienen dichos componentes para poder saber que elementos se tienen q reemplazar por nuevos o solo con limpieza y mantenimiento se pueden seguir empleando. La ESIME TICOMAN no cuenta con ninguno de ellos nuevos de fábrica, sin embargo se pueden reutilizar los elementos del helicóptero para llevar a cabo la reparación mayor del motor.



<b>SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS</b>	UN CUERPO,
	UN AISLANTE, QUE RECIBE LOS BORNES POSITIVOS Y NEGATIVOS,
	UN ELEMENTO DE DOBLE LÁMINA METÁLICA (BILÁMINA) CON UN CONTACTO,
	UN ELEMENTO DE DOBLE LÁMINA METÁLICA (BILÁMINA) CALORIFUGADA, CON UN CONTACTO,
	UN TOPE INFERIOR,
	UN TOPE DE TARADO DEL UMBRAL DE DETECCIÓN.
<b>CIRCUITO CARBURANTE</b>	BOMBA
	FILTRO
	ORGANOS DE REGULACION
<b>CIRCUITO DE IGNICION</b>	CAJAS DE IGNICIÓN
	CABLES DE IGNICIÓN
	BUJIAS DE IGNICIÓN
<b>SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR</b>	TAPÓN DE OBTURACION
	TRANSMISOR TAQUIMÉTRICO
	CAJA TAQUIMÉTRICA Y CONTADOR DE CICLOS
<b>CIRCUITO DE AIRE</b>	TUBERÍAS Y EMPALMES
	COMPUERTA DE DESCARGA
<b>CIRCUITO DE LUBRICACION</b>	BOMBAS
	FILTRO
	FILTROS DE REJILLA
	DESGASIFICADOR
	DISPOSITIVOS DE CONTROL
	DEPÓSITO Y RADIADOR DE ACEITE SUMINISTRADOS POR EL FABRICANTE DE LA AERONAVE

<b>ARRANQUE</b>	RELÉ "M"
	CONTACTOR DE ARRANQUE
	CAJA TAQUIMÉTRICA.
	BOTÓN DE "ARRANQUE"
	BOTÓN DE "VENTILACIÓN"
	DIODOS
	DISYUNTORES

Tabla 3.3.2 Elementos que conforman los sistemas

Por último en la reparación mayor del motor Arriel 1B se requieren consumibles, sin embargo de ante mano se sabe que la institución no cuenta con la mayoría de ellos, puesto que son aceites, lubricantes y solventes especiales que se utilizan en talleres aeronáuticos.

Los siguientes consumibles necesarios enlistados son:

CABLE DE FRENO INOXIDABLE DE DIÁMETRO 0,5 MM.
VASELINA MINERAL PURA
MANOMETROS
ACEITE
TRAPOS PARA LIMPIAR

Tabla 3.3.3 Algunos Consumibles

El cable de freno y trapos de limpieza no representan problema alguno, puesto que la escuela cuenta con estos consumibles y en caso de no contar con estos en ese momento, son consumibles fácilmente de conseguir y no representan mayor gasto económico.

Los manómetros que se requieren en la reparación mayor, de igual forma el instituto cuenta con estos instrumentos de medición localizados en sus laboratorios para llevar a cabo prácticas demostrativas a los alumnos, de esta forma se pueden solicitar su préstamo para poder emplearlos en dicho proyecto.

Estos recursos deseables podría pensarse que generarían e implicarían mayores gastos a la escuela, pero si se toma en cuenta las maquinas, herramientas y recursos con los que sí cuenta

la escuela se puede lograr llevar a cabo la reparación mayor del motor logrando reducir los gastos que se pudieran generar.

Esto implica aprovechar al máximo y gestionar los recursos presentes en la escuela para poder fabricar herramientas y soportes que se desean utilizar a demás de poner operativo el motor para fines educativos.

# **CAPITULO IV ANALISIS DE COSTOS DE LA REPARACIÓN PARA EL MOTOR ARRIEL 1B**

#### 4.1 Tiempos y diagramas de Gantt.

En primera instancia se mostrara el tiempo que se necesitó para elaborar el trabajo que se está presentando con los tiempos que necesito cada capítulo para su elaboración.

Mes/Semana	AGOSTO		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE	
Actividad	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
DESARROLLO DE CAPITULO I: PROTOCOLO DE INVESTIGACION																
DESARROLLO CAPITULO II: CERTIFICACIÓN DE LA ESCUELA COMO TALLER																
CAPITULO III: RECURSOS DE ESIME TICOMÁN PARA AFRONTAR LA REPARACIÓN DEL MOTOR.																
CAPITULO IV. ANALISIS DE COSTOS DE LA REPARACIÓN PARA EL MOTOR ARRIEL 1B																

MES	AGOSTO		SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE	
ACTIVIDAD / DIA DE LA SEMA	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
CAPITULO I: PROTOCOLO DE INVESTIGACION																
1.1 Planteamiento del problema																
1.2 Justificación del proyecto																
1.3 Hipótesis General																
1.3.1 Hipótesis Particulares																
1.4 Objetivo General																
1.4.1 Objetivos Particulares																
1.5 Alcance																
1.6 Metodología																
1.7 Historia																
1.8 Especificaciones Técnicas, Modelo Helicóptero y Motor																
1.9 Planta Motriz (Motor Arriel)																
CAPITULO II: CERTIFICACIÓN DE LA ESCUELA COMO TALLER AERONÁUTICO.																
1.1 Reglamentación Aérea																
1.2 NOMS																
1.3 Leyes, Reglamentos y NOMs aplicables a un taller aeronáutico																
1.4 Análisis de las NOMS																
CAPITULO III: RECURSOS DE ESIME TICOMÁN PARA AFRONTAR LA REPARACIÓN DEL MOTOR.																
3.1 Recursos Existentes																
3.2 Recursos Deseables																
3.3 Recursos Necesarios																
CAPITULO IV. ANALISIS DE COSTOS DE LA REPARACIÓN PARA EL MOTOR ARRIEL 1B																
CONCLUSIONES																
BIBLIOGRAFÍA																
GLOSARIO																

Tabla 4.1 Tiempos

El estudio de tiempos y basados en la experiencia de remoción del motor llevado a cabo como practica durante el periodo del seminario de “Diseño aerodinámico y mantenimiento a Helicópteros”, se deduce que el número de personas que tendrán que trabajar en este proyecto como mínimo son cinco y como un máximo 10 personas.

El siguiente diagrama muestra el tiempo necesario para hacer la reparación y manufactura de una nueva etapa de turbina de baja ya que la que actual mente se encuentra instalada en el motor del helicóptero presenta fisuras en la raíz de la mayoría de sus alabes.

DIAGRAMA DE GANTT PARA LA REPARACION DE LA ULTIMA ETAPA DE TURBINAS.										
Semana del mes	1					2				
Dias Habiles	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
Actividad	6	4	8	8	8	8	8	5	5	6
Desensamble (por estaciones)	■									
Inspecciones		■								
Manufactura			■	■	■	■	■			
Pruebas y analisis								■	■	
Ensamble										■

<b>total de semanas</b>	<b>2</b>
<b>total de Dias</b>	<b>10</b>
<b>Total de Horas</b>	<b>98</b>

Tabla 4.1.1 Tiempos de la Reparación

Como se puede ver en la tabla anterior la reparación de la última etapa de turbina del motor solo tardaría dos semanas en realizarse su manufactura de acuerdo a los trabajos que se requieren realizar para su fabricación, no obstante esto solo representa una parte de la reparación y del mantenimiento total que se le tiene que dar al motor del helicóptero.

A continuación se muestra una tabla con las tareas y tiempos que necesitan cada una de estas para ser llevadas a cabo.

Mes	1				2			
Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Bloque A- Seguridad.</b>								
<b>Bloque B- Inspección del motor.</b>								
<b>Bloque C- Desensamble.</b>								
<b>Bloque D- Inspección de partes módulos y secciones.</b>								
<b>Bloque E- Ensamble del motor</b>								
<b>Bloque F- Prueba del motor.</b>								
<b>Bloque G- preparación del motor para despacho.</b>								

Mes	1				2			
Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Bloque A- Seguridad.</b>								
1.-Demostración de técnicas y prácticas para un trabajo seguro								
<b>Bloque B- Inspección del motor.</b>								
2.-Remoción del motor								
3.-Iniciar inspección visual								
4.-Verificar documentación								
5.-Preparación para el desensamble								
<b>Bloque C- Desensamble.</b>								
6.-Remoción de componentes externos								
7.-Desensamble del motor por módulos/secciones								
8.-Desensamblar módulos/secciones y externos								
9.-Limpiar partes módulos y secciones								
<b>Bloque D- Inspección de partes módulos y secciones.</b>								
9.-Verificar documentación para la inspección								
10.-Hacer la inspección								
11.-Preparar procedimientos de re-trabajo								
12.-Hacer tareas y procedimientos de re-trabajo menor								
13.-Hacer tareas y procedimientos de trabajo mayor.								
14.-Hacer una inspección final de partes y componentes								
<b>Bloque E- Ensamble del motor</b>								
15.-Verificar la documentación para el ensamble del motor								
16.-Ensamblar las partes en los sub ensambles								
17.-Ensamblar los sub ensambles en los módulos/secciones								
18.-Ensamblar módulos/secciones en el motor								
19.-Instalar los componentes externos								
20.-Completar el armado del motor según el manual								
<b>Bloque F- Prueba del motor.</b>								
21.-Hacer una inspección previa a la prueba								
22.-Preparar el motor e para la prueba								
23.-Hacer corrida del motor								
24.-Remover el equipo de prueba								
25.-Iniciar inspección pos prueba								
<b>Bloque G- preparación del motor para despacho.</b>								
26.-Instalar motor								

Tabla 4.1.2 Tiempos y Tareas

Como se puede ver en la página anterior la reparación completa del motor llevara un transcurso de dos meses suponiendo que idealmente se cuenta con todo el material, herramienta y personal capacitado con una experiencia mínima pero con los conocimientos básicos que se requieren para este tipo de mantenimientos además de no tomar en cuenta los tiempos que tardarían los componentes y refacciones en llegar hasta el lugar de donde están siendo solicitados.

#### **4.2 Costos de personal, herramienta y consumibles.**

Los costos de capacitación del personal correrán por su cuenta<sup>1</sup>, pero aun así se mostrara el presupuesto de cuanto es el costo de cada uno de los cursos para el personal que se requiere para el cambio del motor según la logística del estudio de tiempos horas y personal necesario.

La herramienta especial a utilizar en el mantenimiento mayor del motor se rentara en la compañía SAFRAN Turbomeca Texas puesto que cuentan con un programa de renta de herramienta así como de adiestramiento de personal y será en esta misma compañía donde los interesados a participar en el proyecto tomaran los cursos de familiarización y mantenimiento del helicóptero.

La opción de la renta de la herramienta resulta más factible, con respecto al tiempo-costo-beneficio; claro tomando en cuenta que no existirá ningún contratiempo, de no ser así esta opción pasa a segundo plano siendo la siguiente opción el realizar convenios con la compañías que hacen mantenimiento a helicópteros en México<sup>2</sup> que estén dispuestas a cooperar con el Instituto Politécnico Nacional<sup>3</sup>, pudiendo el Instituto proporcionar como forma de pago convenios bilaterales a las empresas donde oferte capacitación al personal aeronáutico que en ella labore gracias a que es una Institución de formación con

---

<sup>1</sup> Se realizó una encuesta para ver que personal técnico aeronáutico estaría dispuesto a tomar un curso de familiarización e inicio de mantenimiento para poder participar en este proyecto si se desea se pueden consultar las encuestas, el 80% del personal encuestado está dispuesto a tomar el curso por su propia cuenta.

<sup>2</sup> Algunas de estas empresas son ASESА, EUROCOPTER, dependencias de gobierno como lo son Cóncores, PFP, PGJ, PGR, solo por mencionar algunos.

<sup>3</sup> Los convenios tendrán que hacerse directamente entre los interesados para los fines que a cada participante convengan.



reconocimiento a nivel Internacional y reconocimiento ante la autoridad Aeronáutica en México.

Una tercera opción y la más económica de todas para la Institución es la fabricación de las herramientas especializadas, como lo son las que se muestran en la tabla 4.2.2, no obstante hay que tener en cuenta que la manufactura de herramienta especializada dentro de la escuela debe de ser cuidadosamente creada debido a que las herramientas existentes pertenecen a una marca y están registradas con esta ante organismos mundiales de marcas y la reproducción de estas herramientas dentro de la institución se tomaría como piratería, cabiendo la posibilidad de que la escuela pueda diseñar sus propias herramientas que cumplan con los principios básicos para lo cual están diseñadas pero reflejando en este trabajo una duración de creación considerable tomando en cuenta lo siguiente:

- Diseño
- Análisis de funcionalidad
- Manufactura

Se estipula que la creación de una herramienta especializada, la más sencilla de los casos de las enlistados en la tabla 4.2.2, sería aproximada mente de un mes tomando en cuenta que se partirá desde un nuevo diseño debido a las problemáticas que pudiesen presentarse por lo ya mencionado en el párrafo anterior.

El presente trabajo se enfocara a presentar únicamente los precios de la renta de la herramienta manejando este como el costo para la comparativa con un taller externo debido a que el costo-tiempo es más reducido en comparación al costo-beneficio, claramente el interesado en cualquiera de las opciones tiempo-beneficio será al final quien decidirá cómo proceder, pero debe tomar en cuenta que una aeronave en tierra representa un gasto importante para una empresa y no dejar a un lado la opción de crear herramienta que en un futuro le servirán.

Los costos de los consumibles están cotizados en el mercado común comercial por lo que los precios de cualquiera que los oferte no tendrán una variación de consideración.

A continuación se muestran tablas con los precios especificados y procedimientos para la elaboración de herramientas necesarias o componentes que se puedan rentar.

### Costos del personal y de fabricación de la turbina.

DESCRIPCION	MATERIALES	COSTO DEL MATERIAL	PROCESO DE MANUFACTURA DE MANUFACTURA	COSTO REAL	APOYO INSTITUCIONAL
CAPACITACION DEL PERSONAL				USD \$ 600	NO
TURBINA DE BAJA	ALEACION DE NITI	USD \$ 12.96 Ni/Lb USD \$ 17.40 Ti/Lb	MODELO, FUNDICION,VACIADO, LIMPIEZA, METALOGRAFIAS, TRATAMIENTOS TERMICOS	USD \$ 1020.00	SI

Tabla 4.2.1 Costo del Personal y Turbina de Baja

### Costo de la renta de la herramienta.

HERRAMIENTA					
DESCRIPCION	MATERIALES	COSTO DEL MATERIAL	COSTO REAL	APOYO INSTITUCIONAL	
CONJ. PLATAFORMA DE PROTECCIÓN	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA	USD \$ 1350.99	NO	
EQUIPO ESPECIAL PARA BASTIDOR GIRATORIO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
BASTIDOR GIRATORIO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
CALA	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
TUBERÍA DE VACIADO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
PLACA DE SOPORTE GENERADOR	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
BRIDA DE SUSPENSIÓN REDUCTOR	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
JUEGO DE LLAVES ENSAMBLAJE COMPRESOR AXIAL	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
HERRAMIENTA APRIETE/AFLOJAMIENTO CONO DE ENTRADA	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
GRUPO HIDRÁULICO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
BRIDA DE SUSPENSIÓN	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
EXTRACTOR DE ARANDELA R1	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
EXTRACTOR CÁRTER DE ENTRADA AXIAL COMPLETO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
PLANTILLA DE CONTROL EROSIÓN DE ÁLABES COMPRESOR	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
EXTRACTOR DE TAPA COMPRESOR	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
HERRAMIENTA DE CONTROL DE PERMEABILIDAD	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
GUÍA DE ENDOSCOPIO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
CONJUNTO GENERADOR DE LUZ	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
HERRAMIENTA DE CONTROL ENDOSCÓPICO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
LLAVE PARA TUBOS COJINETE TRASERO	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
EXTRACTOR DE CASQUILLOS	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
JUEGO DE 3 PIES DE CENTRADO DIFUSOR TURBINA LIBRE	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
JUEGO DE 4 PERNOS DE GUÍA	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
TRÍPODE (SOPORTE GENERADOR DE GAS)	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
EXTRACTOR	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
MANDRIL DE MONTAJE DE COJINETE	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
PROTECCIÓN ANILLO DE ESTANQUEIDAD	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
HERRAMIENTA MONTAJE/DESMONTAJE JUNTAS MAGNÉTICAS	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
JUEGO DE LLAVES DE TOMA DE POTENCIA	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
EXTRACTOR DE ANILLO DE ESTANQUEIDAD	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
MANDRIL DE MONTAJE DEL ANILLO DE ESTANQUEIDAD	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA		NO	
SOPORTE ÁRBOL DE POTENCIA	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA	NO		
HERRAMIENTA DE MONTAJE DE LA RUEDA LIBRE	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA	NO		
HERRAMIENTA DE MONTAJE DE LA RUEDA LIBRE	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA	NO		
EXTRACTOR DE COJINETE DE RUEDA LIBRE	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA	NO		
MANDRIL MONTAJE/DESMONTAJE ANILLO DE ESTANQUEIDAD	N/A	RENTA DE HERRAMIENTA	NO		

Tabla 4.2.2 Costo de la Renta de la Herramienta

COMPARACION DE TIEMPO-BENEFICIO																									
MES	1				2				3				4				5				6				
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	34	
ACCION																									
RENTA DE HERRAMIENTA																									
FABRICACION DE HERRAMIENTA																									

Tabla 4.2.3 Comparación Tiempo-Beneficio

Esta tabla muestra claramente que los beneficios en tiempo serian con la renta de la herramienta pero también deja ver que el beneficio a largo plazo es mayor en comparación a la renta, puesto que quedaran a disposición del la escuela para cuando se requieran.<sup>4</sup>

### Costo de los componentes<sup>5</sup>.

COMPONENTES				
DESCRIPCION	MATERIALES	COSTO DEL MATERIAL	COSTO REAL	APOYO INSTITUCIONAL
MODULO1	CONSUMIBLES	N/A	236676.99	NO
MODULO2	CONSUMIBLES	N/A		NO
MODULO3	CONSUMIBLES	N/A		NO
MODULO4	CONSUMIBLES	N/A		NO
MODULO5	CONSUMIBLES	N/A		NO
SISTEMA DE DETECCION DE INCENDIOS	UN CUERPO,	N/A		NO
	UN AISLANTE, QUE RECIBE LOS BORNES POSITIVOS Y NEGATIVOS,	N/A		NO
	UN ELEMENTO DE DOBLE LÁMINA METÁLICA (BILÁMINA) CALORIFUGADA, CON UN CONTACTO,	N/A		NO
	UN TOPE INFERIOR,	N/A		NO
	UN TOPE DE TARADO DEL UMBRAL DE DETECCIÓN.	N/A		NO
CIRCUITO CARBURANTE	BOMBA	895.96		NO
	FILTRO	50.95		NO
	ORGANOS DE REGULACION	N/A		NO
CIRCUITO DE IGNICION	CAJAS DE IGNICIÓN	1020.99		NO
	CABLES DE IGNICIÓN	699.99		NO
	BUJIAS DE IGNICIÓN	8.76		NO
SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR	TAPÓN DE OBTURACION	N/A		NO
	TRANSMISOR TAQUIMÉTRICO	N/A		NO
	CAJA TAQUIMÉTRICA Y CONTADOR DE CICLOS	N/A		NO
	TUBERÍAS Y EMPALMES	N/A		NO
CIRCUITO DE AIRE	COMPUERTA DE DESCARGA	N/A		NO
	BOMBAS	N/A		NO
CIRCUITO DE LUBRICACION	FILTRO	N/A		NO
	FILTROS DE REJILLA	N/A		NO
	DESGASIFICADOR	N/A		NO
	DISPOSITIVOS DE CONTROL	N/A		NO
	DEPÓSITO Y RADIADOR DE ACEITE SUMINISTRADOS POR	N/A		NO
	RELÉ "M"	N/A		NO
ARRANQUE	CONTACTOR DE ARRANQUE	N/A	NO	
	CAJA TAQUIMÉTRICA.	N/A	NO	
	BOTÓN DE "ARRANQUE"	N/A	NO	
	BOTÓN DE "VENTILACIÓN"	N/A	NO	
	DIODOS	N/A	NO	
	DISYUNTORES	N/A	NO	

Tabla 4.2.4 Costo de los Componentes

<sup>4</sup> No se incluyen comparaciones de costos puesto que eso dependerá del diseño propuesto por la escuela para estas herramientas.

<sup>5</sup> Los precios cotizados del circuito de ignición y carburante son datos obtenidos de EUROCOPTER en comparación de el mantenimiento de otro helicóptero

### Costo de consumibles.

CONSUMIBLES					
DESCRIPCION	MATERIALES	COSTO DEL MATERIAL	PROCESO DE MANUFACTURA DE MANUFACTURA	COSTO REAL	APOYO INSTITUCIONAL
CABLE DE FRENO INOXIDABLE DE DIÁMETRO 0,5 MM.		\$25.76		\$ USD 1443.71	NO
VASELINA MINERAL PURA		\$90.00			NO
MANOMETROS		\$254.99			NO
ACEITE		\$390.99			NO
GRASAS		\$214.98			NO
SOLVENTES		\$416.99			NO
TRAPOS		\$50.00			NO

Tabla 4.2.5 Costo de Consumibles

En las tablas anteriores no se muestra el sueldo de personal debido a que las personas encuestadas para trabajar en el proyecto aceptan trabajar en el sin remuneración alguna, lo que representa un gasto considerable si se toma en cuenta el periodo de duración del mantenimiento del motor, la institución tendrá que hacerse cargo, de que el personal de ingeniería que trabaje en este proyecto como lo son docentes de la misma, para realizarlo dentro de sus horas de desarrollo de proyectos teniendo así a los ingenieros asalariados por parte del instituto.

### 4.3 Costos y tiempos en un taller externo.

Para el trabajo de reparación mayor del motor Arriel 1B se indica por medio del manual del fabricante que las personas que trabajen en el deberán cumplir con lo siguiente<sup>6</sup>.

- Curso inicial de mantenimiento
- Curso de familiarización y reconocimiento de fallas.

Cabe mencionar que los cursos de familiarización y de mantenimiento son hechos únicamente por Turbomeca Company y la más próxima a México está en el estado de Texas EUA.

Los siguientes componentes tendrán que ser presupuestados por las compañías que los producen, debido a que tienen un convenio con Eurocopter en México para la reparación de los mismos<sup>7</sup>.

- Gobernadores de palas
- Controles de combustibles

<sup>6</sup> Esta condición es para el personal de ingeniería y personal técnico.

<sup>7</sup> Todos los mantenimientos deben de estar de acuerdo con los manuales de mantenimiento mayor del fabricante FAR 145.205

- Bombas de combustible
- Válvulas de purgas de aire
- Gobernadores de sobrevelocidad.

Los precios y el tiempo que requiere el mantenimiento mayor del motor Arriel 1B son los que se muestran a continuación.

Partida	No. De parte	Descripción	Cantidad	Condición	Entrega	Precio de venta USD
1		Motor Arriel 1B	1	REPARACIÓN MAYOR	2 meses	298804,14
		S/N			Subtotal	298804,15
					IVA	47808,65
					Total	346612,8

Tabla 4.3.1 Costo y Tiempo de la reparación mayor

Nota:

- El retorno de material de scrap tiene un costo de 200 USD sin considerar el IVA.

Condiciones comerciales:

- Condiciones de entrega: DDP.-según INCOTERMS 2000 (Delivery Duty Paid) con entrega en el almacén de Eurocopter de México S.A. de C.V.
- Precio de DDP en dólares de Estados Unidos
- El tiempo de entrega cuanta a partir del momento que se reciba el pedido por escrito en firme.
- Vigencia de la cotización 30 días naturales a partir de la fecha de este documento
- Condiciones de pago: 50% por anticipado para dar inicio a la reparación y el restante 50% al momento de la entrega del motor.
- En el caso de que la cotización de reparación no sea aceptada, se facturaran únicamente por los gastos de inspección, transportación y aduanales generados de la reparación
- Condiciones de garantía: esta cotización está regida por las Condiciones Generales de Post venta edición Marzo del 2008. Cualquier condición comercial no plasmada en la presente oferta, favor de consultar las Condiciones antes mencionadas.

#### 4.4 Directivas de Aeronavegabilidad aplicables al motor.

La siguiente lista muestra las directivas de aeronavegabilidad que han tenido que ser efectuadas en años anteriores y hasta el momento al motor Arriel 1B para lograr ponerlo en operatividad, basándonos en los estándares de calidad y seguridad que demanda la autoridad aeronáutica:

Ad. No.	Fecha Efectiva	Referencia
2010-19-06	10/07/2010	<p>Inconformidades metalúrgicas se han encontrado al realizar inspecciones de calidad durante la producción del generador de gas (GG) en los discos de la segunda etapa de la turbina por una modificación de Turbomeca.</p> <p>El análisis ha concluido que el límite de vida útil aprobado de dicha modificación(TU 347) en el segundo disco de la etapa de la turbina debe ser reducido a 2,500 ciclos del generador de gas.</p>
2010-10-09	06/21/2010	<p>Esta AD requiere los chequeos iniciales y rutinarios de las posiciones relativas del generador de gas en la segunda etapa de las hojas de la turbina del motor Arriel 1B. Esta AD tan bien requiere los reemplazos necesarios de las turbinas de la segunda etapa en el motor Arriel 1B. Esta AD tiene como objetivo principal evitar el fracasos de que las hojas de la turbina en la segunda fase puedan lograr una padra del motor en un vuelo no controlado y un aterrizaje forzoso o un accidente.</p>
2010-02-01	02/18/2010	<p>Se describe una situación de inseguridad como: La ruptura de la caja de reducción de engranajes del piñón intermedio pueden dar un exceso de velocidad de la turbina de potencia y posteriormente obtener un motor no controlado durante el vuelo, llevando como consecuencia a un aterrizaje de emergencia o una autorotación en un helicóptero monomotor. Con esto se anuncia la prevención de la rotura del piñón de la caja de reducción de engranajes intermedios.</p>

2009-26-07	01/12/2010	Se requiere de inspecciones visuales iniciales y repetitivas en las cajas de reducción de engranajes del Módulo 05 para cerciorar que no hay fugas de aceite, reparación y, de haberlos reparar los módulos afectados. Esto evitara un aterrizaje de emergencia o la autorrotación debido a un apagado del motor en vuelo o fuego en el motor.
2009-08-08R1	05/07/2010	Durante la producción de la turbina de potencia en el Arriel 1 existen inconformidades geométricas los alabes del módulo M04, ya que esta anomalía puede conducir potencialmente a la reducción de la resistencia de la fatiga de estas provocando el cierre no controlado durante un vuelo. Esta AD ha sido emitida para evitar la liberación de los alabes u hojas de la turbina de potencia durante un vuelo.
2007-02-17	03/02/2007	Se han observado fugas de combustible, durante el funcionamiento del nivel de acoplamiento de la electroválvula de combustible. Se necesita corregir la inseguridad de esta situación ayudándose de corregir la alimentación o los apagados no controlados de este sistema durante un vuelo.
2006-06-17	04/27/2006	Requiere la inspección de la segunda fase de las paletas de la boquilla guía del NGV2 en el espesor de la pared, debido a presentaciones de fracturas en las láminas de la turbina de segunda etapa. Se emite esta AD para la detección y prevención de las perforaciones que causan fracturas de la lámina de la NGV2 en la turbina.

Tabla 4.4.1 Directivas de Aeronavegabilidad

#### 4.5 Comparación de la factibilidad de la reparación del motor.

Lo siguiente tiene por objeto demostrar costos y tiempos totales apoyándonos en gráficos fácilmente comprensibles y tablas.

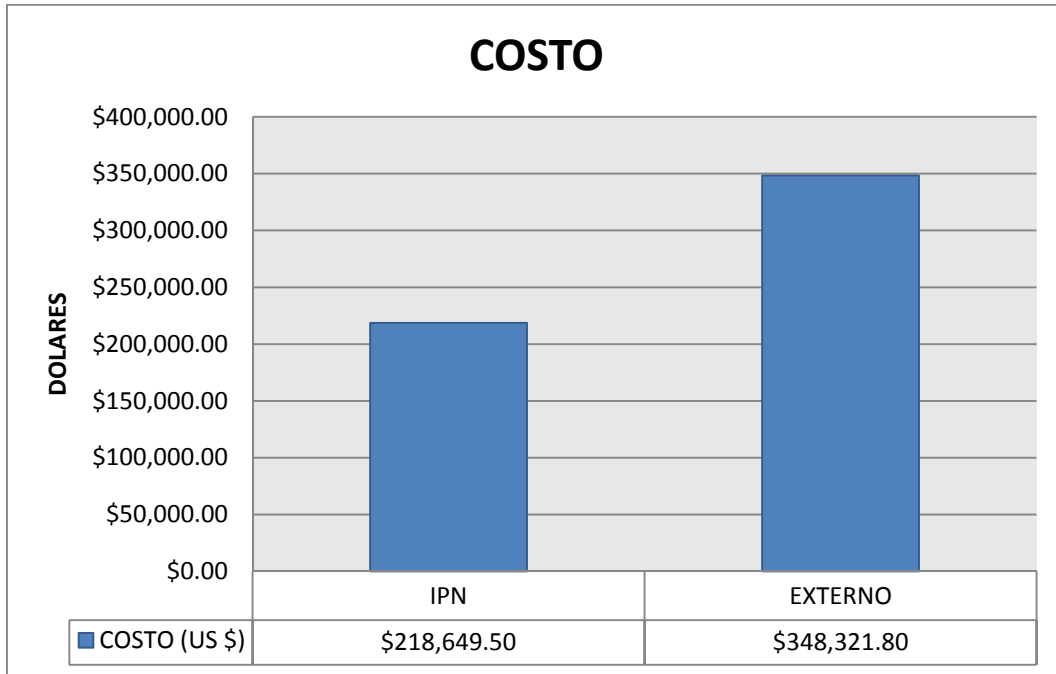


Fig. 4.5.1 Relación Costo Externo-IPN

La grafica anterior muestra la comparación de los costos de la reparación del motor dentro de la institución y con un externo arrojando que el costo fuera del instituto seria menor esto debido a que no se tienen contemplados los salarios del personal y tampoco el costo de la depreciación de la herramienta del personal técnico, es decir la herramienta común como lo son torquímetros, manómetros llaves, manerales, guantes, dados, ni la compra de los mismos.

Hay que tener en consideración que no se toma en cuenta el caso de que exista algún imprevisto, y es de suma importancia debido a que la renta de la herramienta esta cotizada por un lapso de dos meses sin contar los tiempos de envío y el pasar este tiempo repercutirá económicamente con multas de \$ USD 350.00 diarias por concepto de retraso.



La siguiente grafica mostrara la comparación de los tiempos de trabajo en el motor de helicóptero, dejando ver cuál es la eficiencia de una con respecto a la otra.

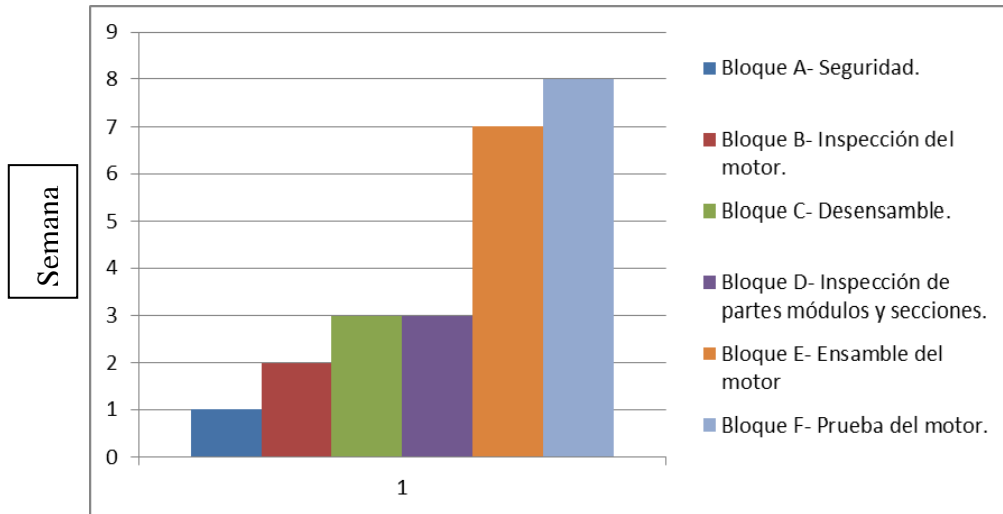


Fig. 4.5.2 Relación de Eficiencias

Gráfica del tiempo que tarda un taller externo en hacer el trabajo<sup>8</sup>.

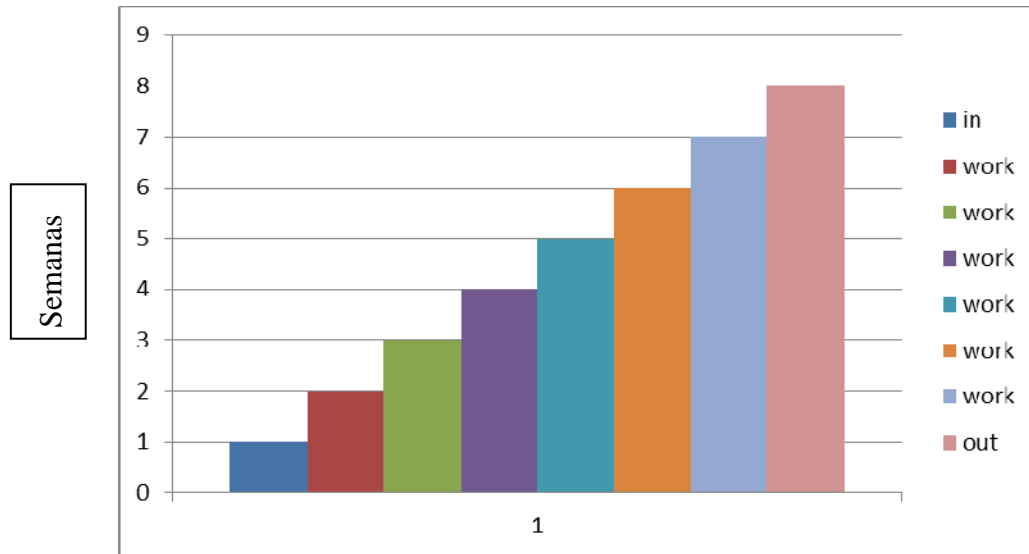


Fig. 4.5.3 Tiempos en un Taller Externo


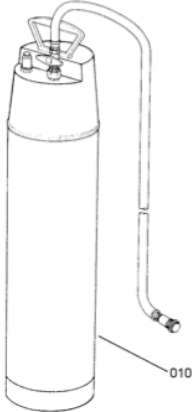

Como se puede ver el tiempo de los trabajos de mantenimiento son los mismos.



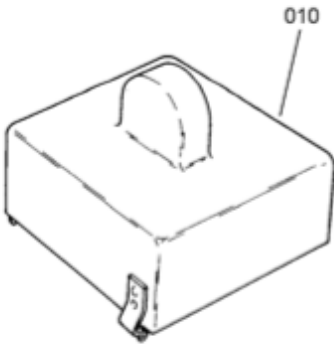
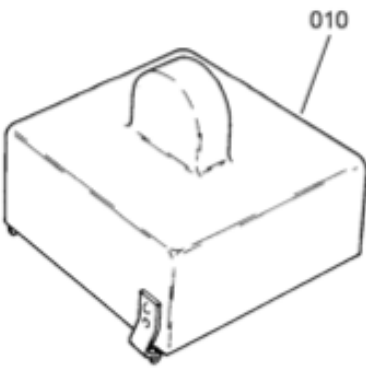
<sup>8</sup> La grafica únicamente representa el tiempo de trabajo en el motor no contempla los tiempos de traslados entre empresas ni traslados internacionales. Nota si se toman en cuenta estos tiempos que son de trabajo no efectivo, la reparación del motor puede aumentar en tiempo hasta cinco meses de trabajo.

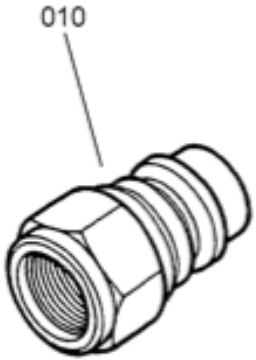
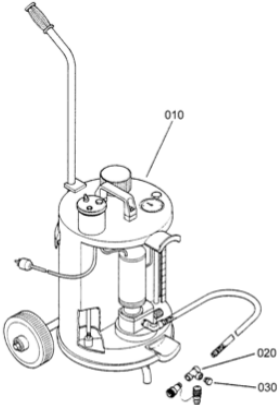
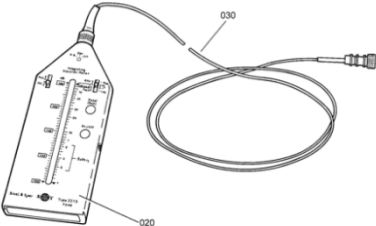
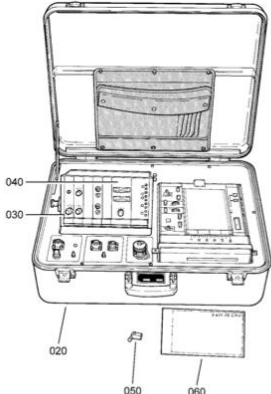
# APÉNDICE HERRAMIENTAS

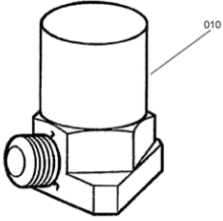
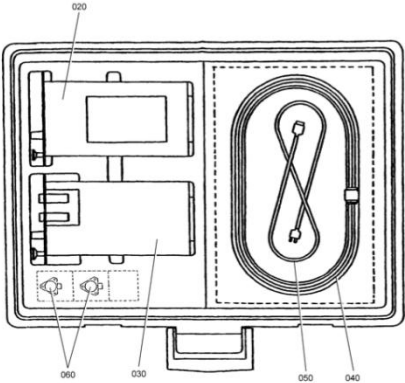
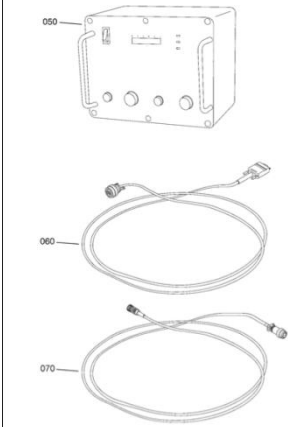
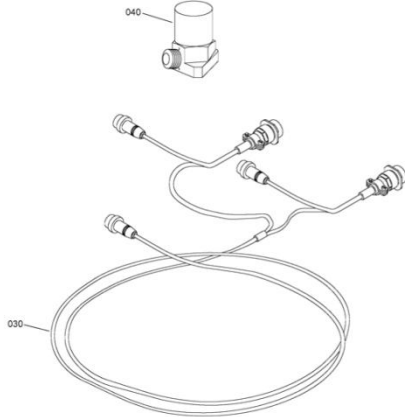
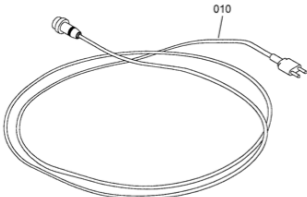
HERRAMIENTA	IMAGEN	NUMERO SERIE
-------------	--------	--------------

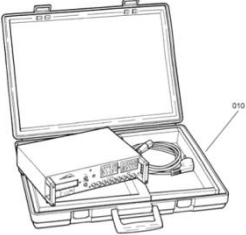
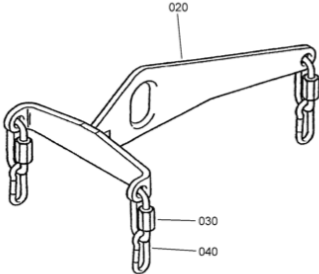
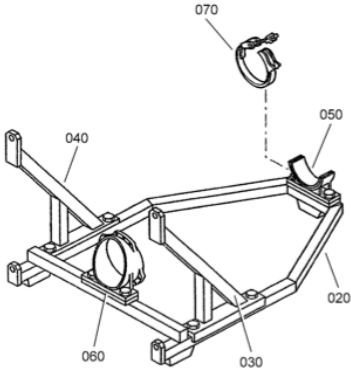
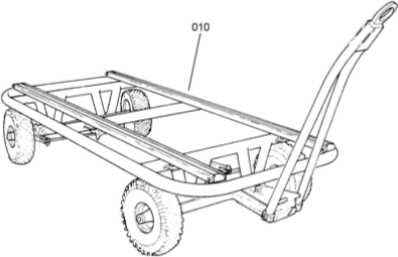
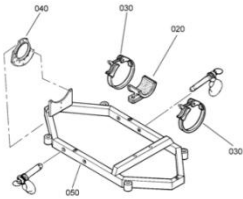
## GRUPO TURBOMOTOR

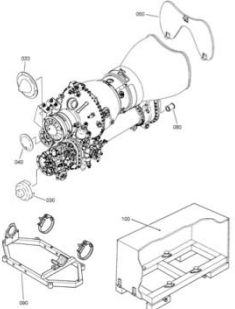
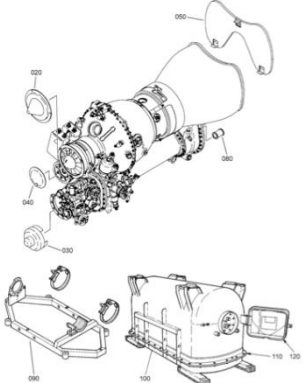
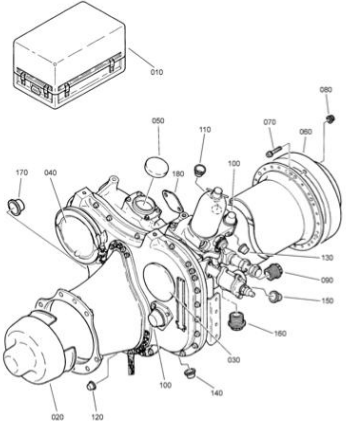
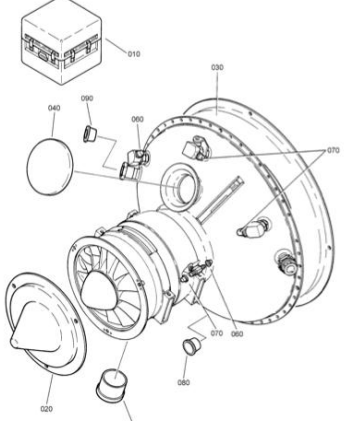
<p>LANZA DE PULVERIZACIÓN</p>		<p>8818904000</p>
<p>DEPÓSITO GENERADOR DE PRESIÓN (MANUAL)</p>		<p>8814157000</p>
<p>CONJUNTO LIMITADOR DE CAUDAL EQUIPADO</p>		<p>8819505000</p>

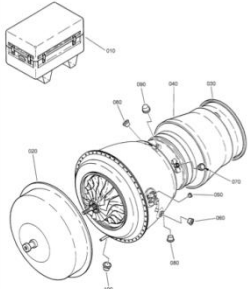
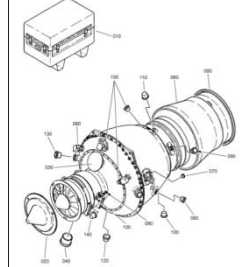
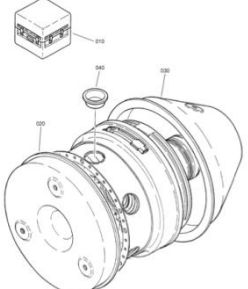
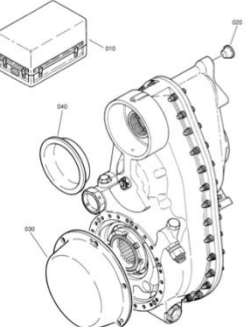
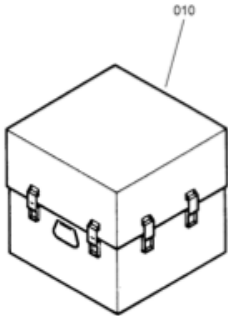
<p>OBTURADOR VÁLVULA DE DESCARGA</p>		<p>8814286000</p>
<p>OBTURADOR DE DESCARGA CON SALIDA RADIAL</p>		<p>8814288000</p>
<p>OBTURADOR DE VÁLVULA DE DESCARGA (ABG)</p>		<p>8814287000</p>
<p>OBTURADOR VÁLVULA DE DESCARGA</p>		<p>8813380000</p>

<p>RACOR</p>		<p>9560159130</p>
<p>CONJ. DEPÓSITO GENRADOR DE PRESIÓN</p>		<p>8816183000</p>
<p>CONJUNTO DE MEDIDA DE VIBRACIONES</p>		<p>8816694000</p>
<p>CONJUNTO MALETA DE CONTROL DE VIBRACIONES</p>		<p>8817335000</p>

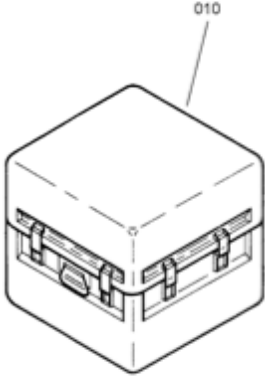
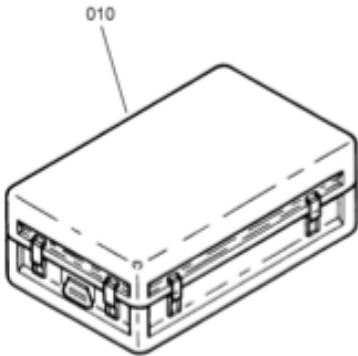


<p>ACELERÓMETROS</p>		<p>9610017700</p>
<p>KIT DE CONTROL DE LAS VIBRACIONES</p>		<p>8817820000</p>
<p>UNIDAD SYNTHAM+MICROOR DENADOR</p>		<p>TM0104G01 0</p>
<p>KIT DE CONTROL DE VIBRACIONES</p>		<p>TM0106G01 0</p>
<p>CABLE DE ALIMENTACIÓN</p>		<p>9610064500</p>

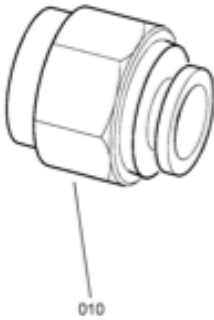
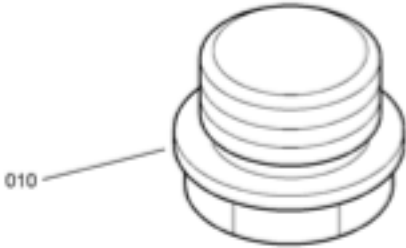



<p>MALETÍN FRECUENCÍMETRO MULTIVÍAS</p>			<p>8814141000</p>
<p>ESLINGA MOTOR</p>			<p>8819974000</p>
<p>SOPORTE DE ENSAMBLAJE MODULAR</p>			<p>TM0038G00 1</p>
<p>CARRO DE TRANSPORTE</p>			<p>8811960000</p>
<p>SOPORTE MOTOR</p>			<p>8812634000</p>


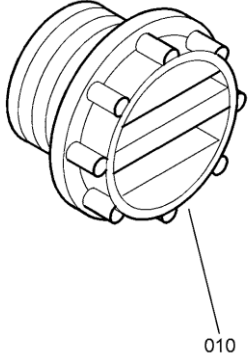
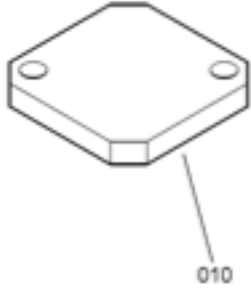


<p>CONTENEDOR "B3R"</p>			<p>8814401000</p>
<p>CONJUNTO CONTENEDOR METÁLICO</p>			<p>8814400000</p>
<p>ACONDICIONAMIENT O PARA M01</p>			<p>8813050000</p>
<p>ACONDICIONAMIENT O PARA M02</p>			<p>8813051000</p>



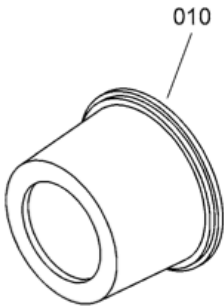
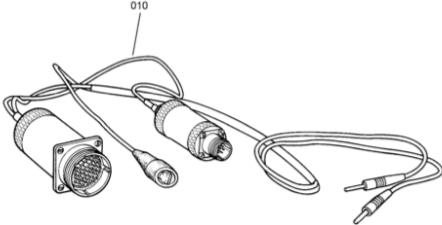
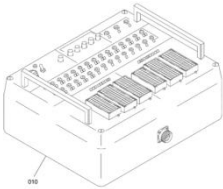
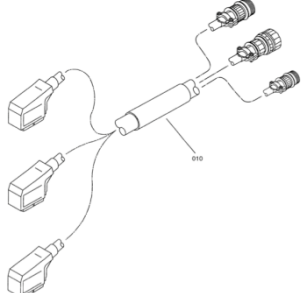
<p>ACONDICIONAMIENT O PARA M02 Y M03</p>			<p>8816740000</p>
<p>ACONDICIONAMIENT O PARA M04</p>			<p>8813052000</p>
<p>ACONDICIONAMIENT O PARA M05</p>			<p>8813053000</p>
<p>ACONDICIONAMIENT O PARA TOBERA DE SALIDA</p>			<p>8813054000</p>
<p>ACONDICIONAMIENT O PARA REGULADOR</p>			<p>8816742000</p>



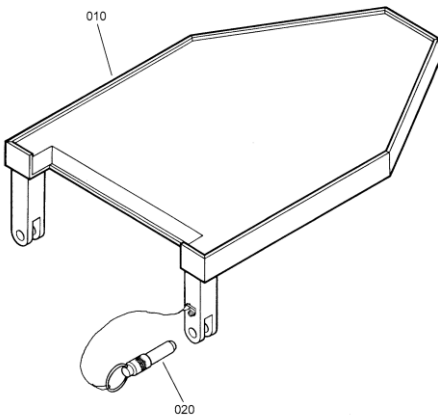
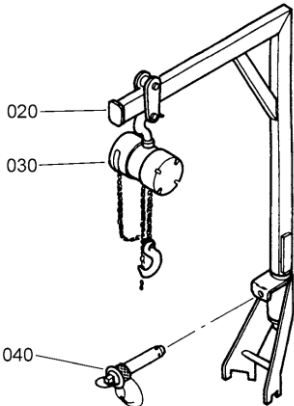
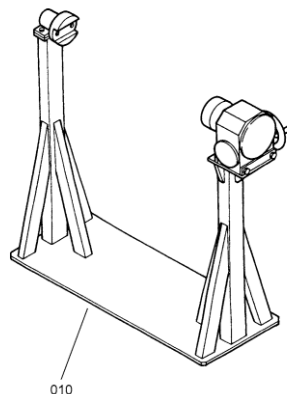
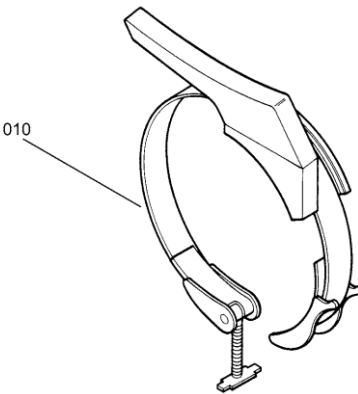
<p>ACONDICIONAMIENTO O PARA PIEZAS DE ADAPTACIÓN</p>		<p>8816744000</p>
<p>OBTURADOR</p>		<p>8816743000</p>
<p>TAPÓN</p>		<p>8816854000</p>
<p>TAPÓN A.N.</p>		<p>9789400240</p>

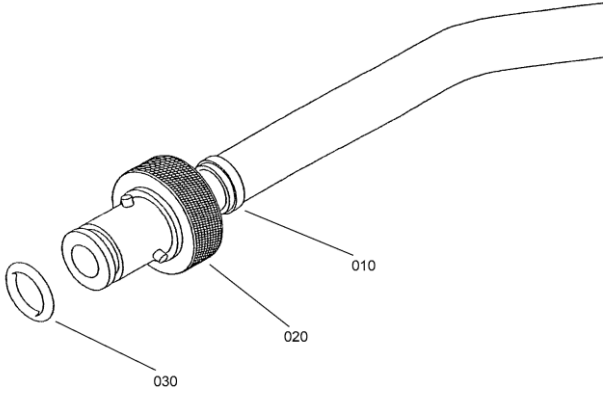
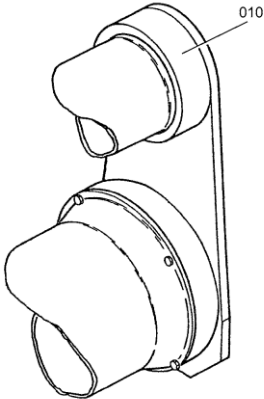
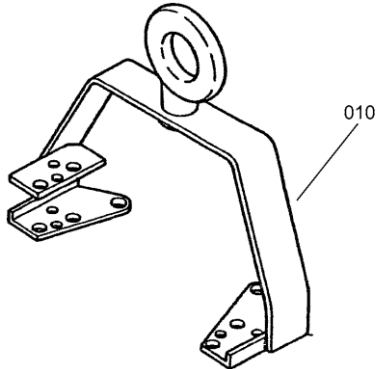
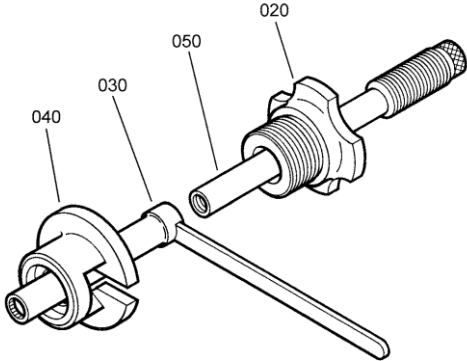
TAPÓN ROSCADO		9932307060
JUNTA TÓRICA		9892100050
TAPÓN A.N.		9794410150
TAPÓN M10 X 100		9932307080
TAPÓN M12 X 100		9561490100

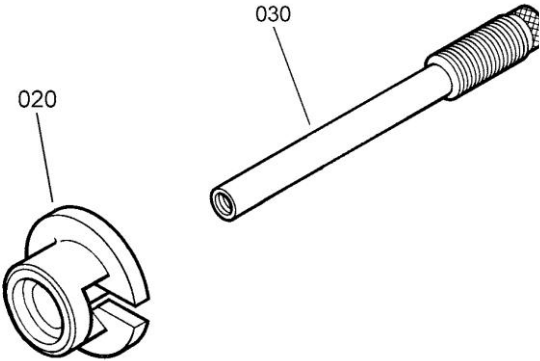
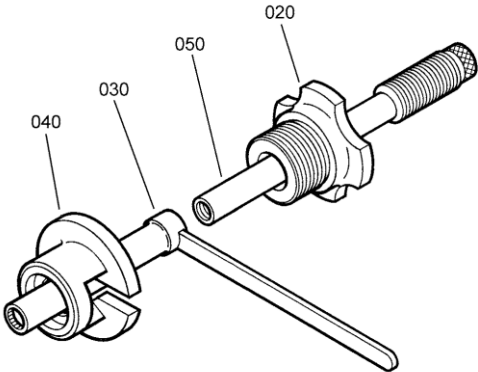
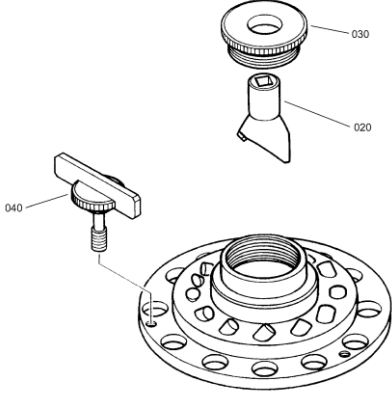
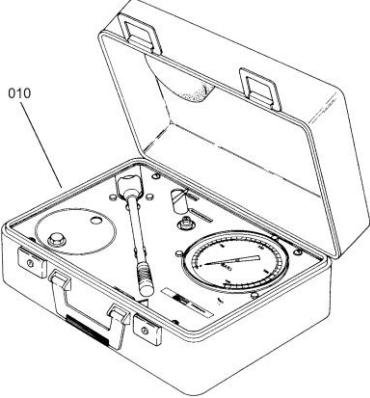
OBTURADOR		9560166010
TAPÓN M12 X 100		9561490110
BRIDA OBTURADORA		8816510000
TAPÓN		9561490170
TAPÓN		9560111080

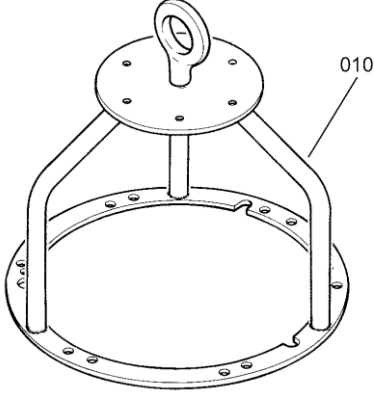
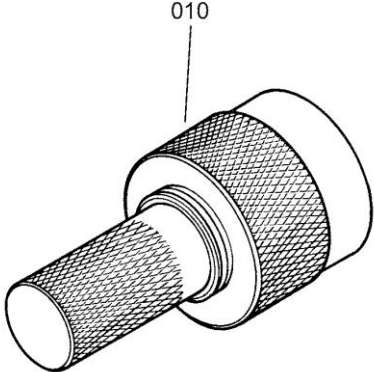
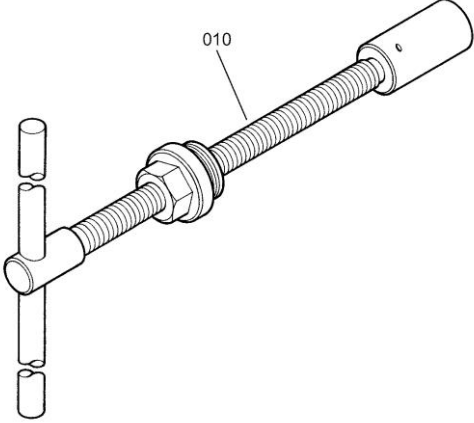
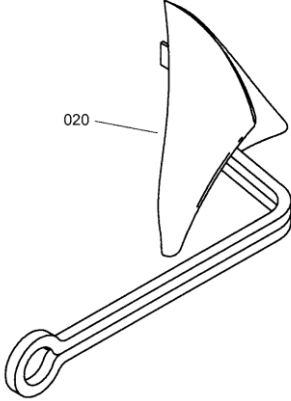
TAPÓN			9789400050
TAPÓN			9789400180
TAPÓN			9789400220
DISPOSITIVO DE CONTROL DE AISLAMIENTO			8813060000
CAJA DE PRUEBA DE MAZOS			8819925000
HAZ			TM1741G00 1

# TURBOMOTOR

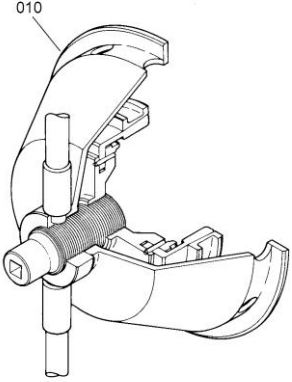
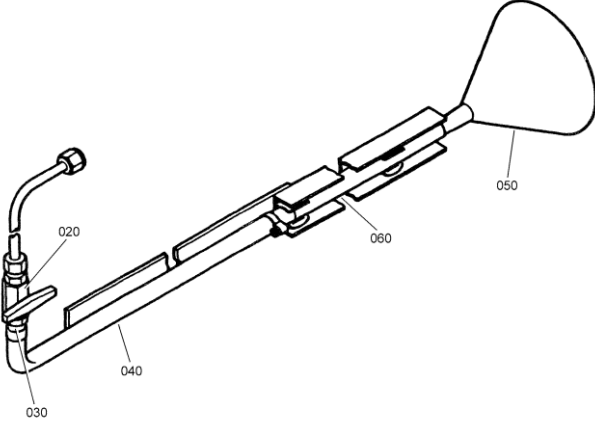
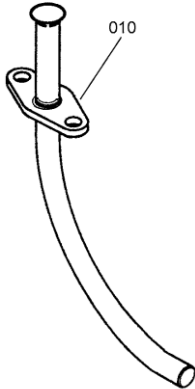
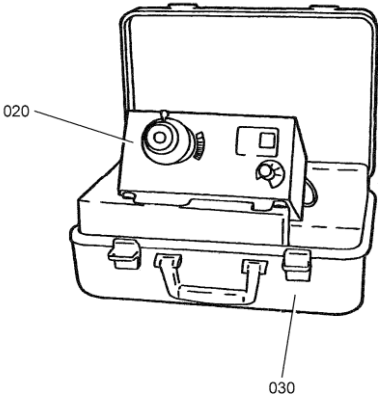
<p>CONJ. PLATAFORMA DE PROTECCIÓN</p>	 <p>010</p> <p>020</p>	<p>8816672000</p>
<p>EQUIPO ESPECIAL PARA BASTIDOR GIRATORIO</p>	 <p>020</p> <p>030</p> <p>040</p>	<p>8812432000</p>
<p>BASTIDOR GIRATORIO</p>	 <p>010</p>	<p>8812229000</p>
<p>CALA</p>	 <p>010</p>	<p>8812240000</p>

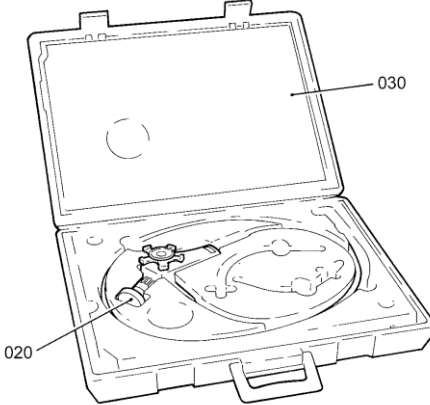
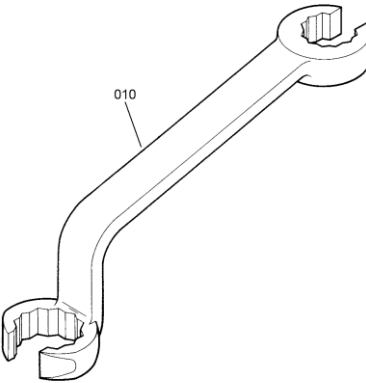
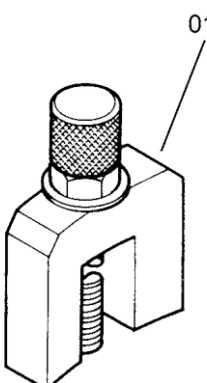
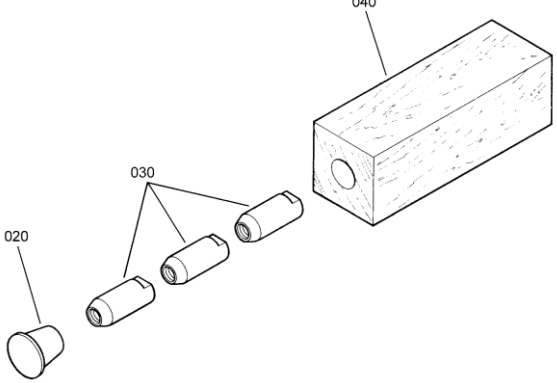
<p>TUBERÍA DE VACIADO</p>		<p>8812187000</p>
<p>PLACA DE SOPORTE GENERADOR</p>		<p>8813418000</p>
<p>BRIDA DE SUSPENSIÓN REDUCTOR</p>		<p>8813988000</p>
<p>JUEGO DE LLAVES PARA ENSAMBLAJE COMPRESOR AXIAL</p>		<p>8819740000</p>

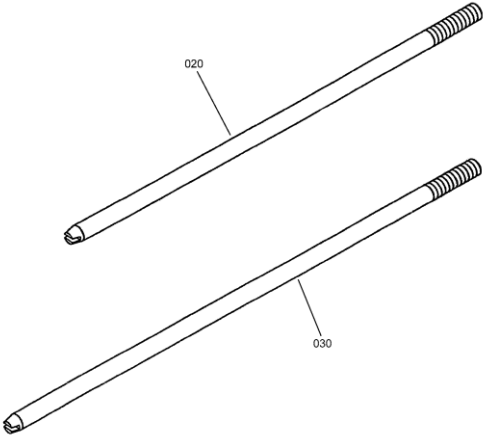
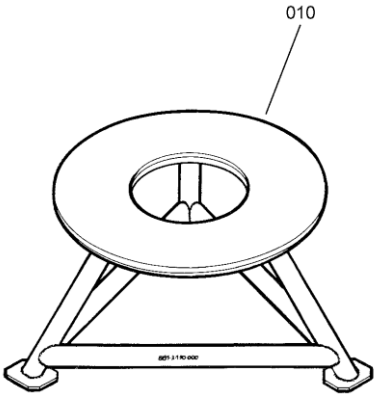
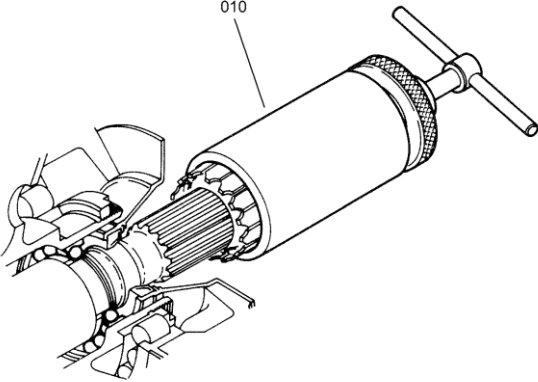
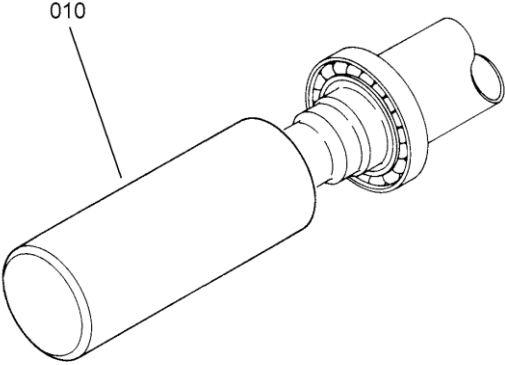
<p>JUEGO DE LLAVES PARA ENSAMBLAJE COMPRESOR AXIAL</p>		<p>8819744000</p>
<p>JUEGO DE LLAVES PARA ENSAMBLAJE COMPRESOR AXIAL</p>		<p>8819681000</p>
<p>HERRAMIENTA APRIETE/ AFLOJAMIENTO CONO DE ENTRADA</p>		<p>8819527000</p>
<p>GRUPO HIDRÁULICO</p>		<p>8813996000</p>

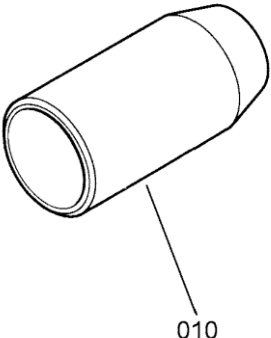
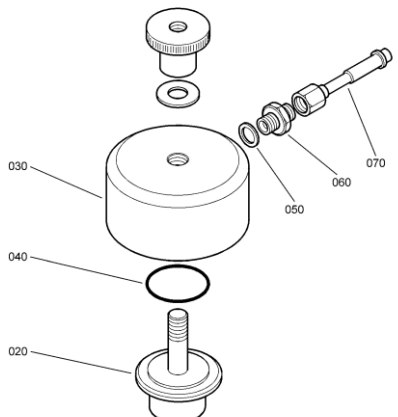
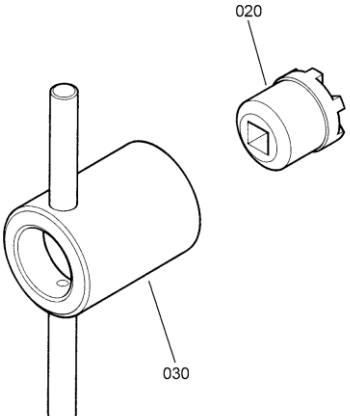
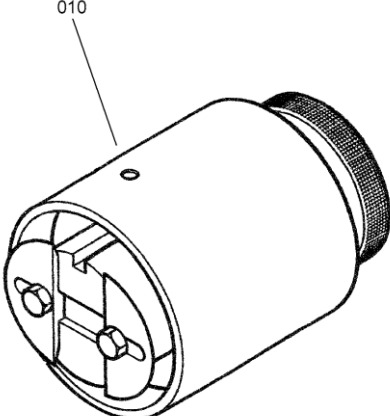
<p>BRIDA DE SUSPENSIÓN</p>		<p>8812432400</p>
<p>EXTRACTOR DE ARANDELA R1</p>		<p>8815704000</p>
<p>EXTRACTOR CÁRTER DE ENTRADA AXIAL COMPLETO</p>		<p>8812195000</p>
<p>PLANTILLA DE CONTROL EROSIÓN DE ÁLABES COMPRESOR</p>		<p>TM0131G00 1</p>

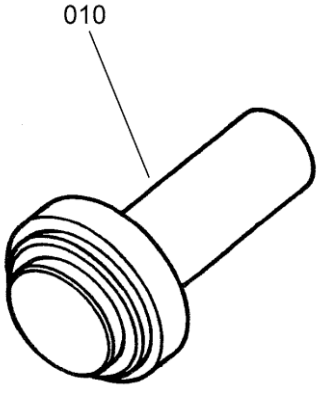
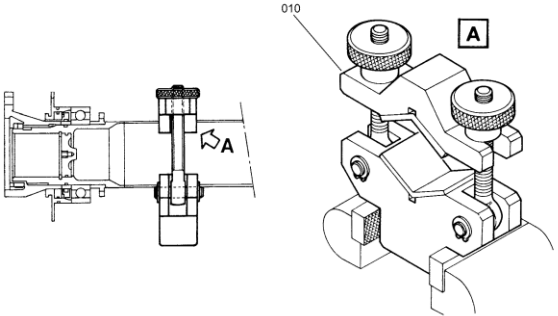
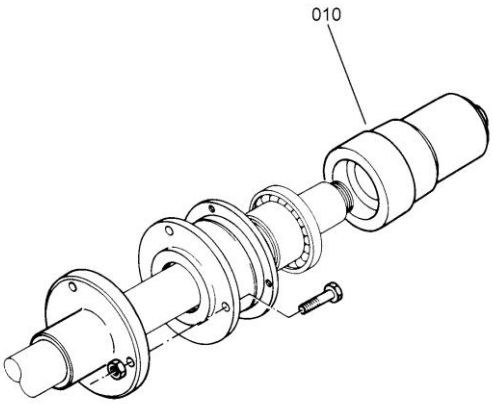
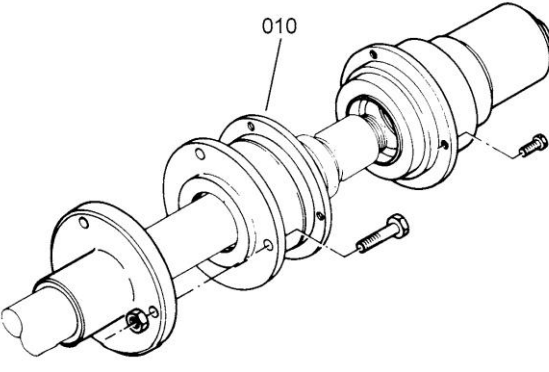


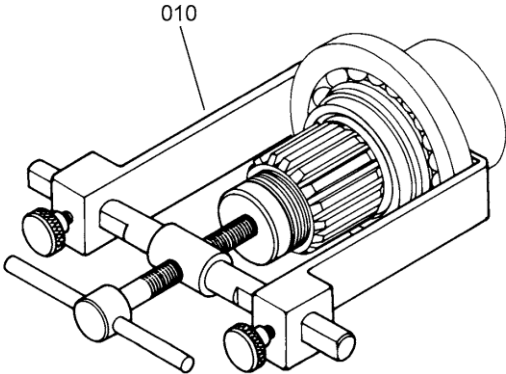
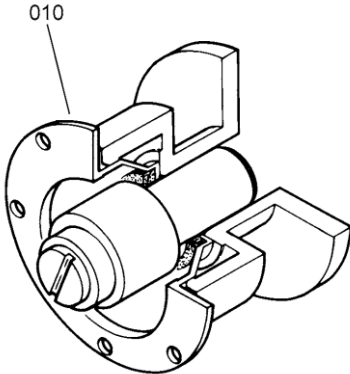
<p>EXTRACTOR DE TAPA COMPRESOR</p>	 <p>010</p>	<p>8813373000</p>
<p>HERRAMIENTA DE CONTROL DE PERMEABILIDAD</p>	 <p>020 030 040 050 060</p>	<p>8816968000</p>
<p>GUÍA DE ENDOSCOPIO</p>	 <p>010</p>	<p>8819571000</p>
<p>CONJUNTO GENERADOR DE LUZ</p>	 <p>020 030</p>	<p>8817898000</p>

<p>HERRAMIENTA DE CONTROL ENDOSCÓPICO</p>		<p>8817899000</p>
<p>LLAVE PARA TUBOS COJINETE TRASERO</p>		<p>8813152000</p>
<p>EXTRACTOR DE CASQUILLOS</p>		<p>8812827000</p>
<p>JUEGO DE 3 PIES DE CENTRADO DIFUSOR TURBINA LIBRE</p>		<p>8813070000</p>

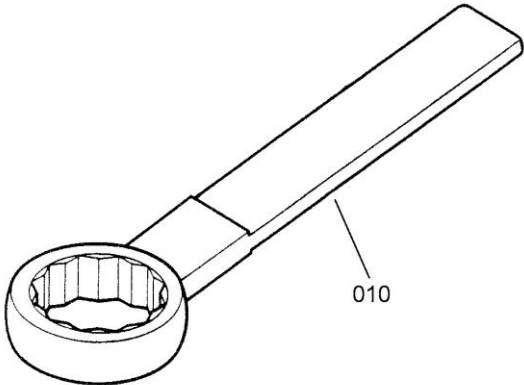
<p>JUEGO DE 4 PERNOS DE GUÍA</p>		<p>8813071000</p>
<p>TRÍPODE (SOPORTE GENERADOR DE GAS)</p>		<p>8813150000</p>
<p>EXTRACTOR</p>		<p>8813420000</p>
<p>MANDRIL DE MONTAJE DE COJINETE</p>		<p>8813932000</p>

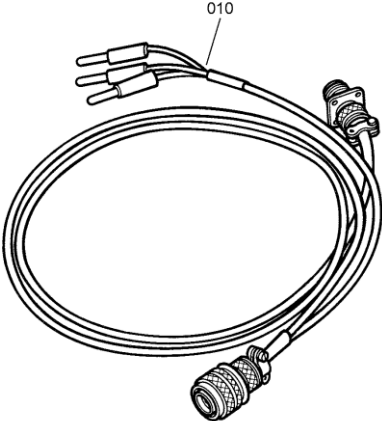
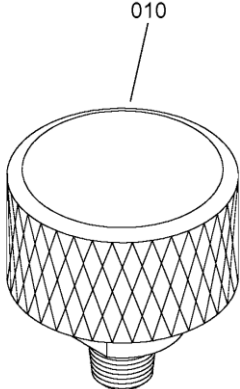
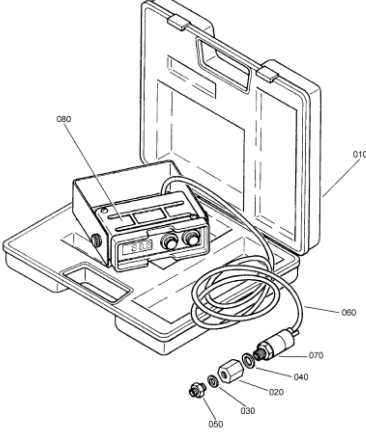
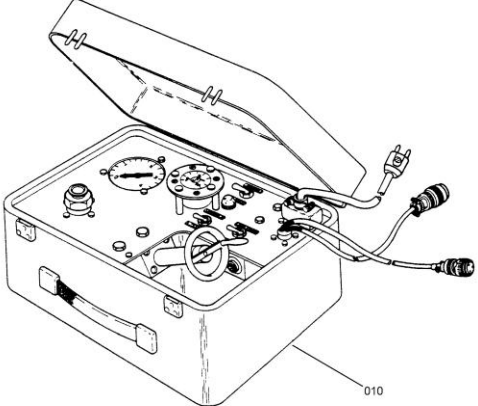
<p>PROTECCIÓN ANILLO DE ESTANQUEIDAD</p>		<p>8812954000</p>
<p>HERRAMIENTA MONTAJE/DESMONTAJE DE JUNTAS MAGNÉTICAS</p>		<p>8814163000</p>
<p>JUEGO DE LLAVES DE TOMA DE POTENCIA</p>		<p>8812262000</p>
<p>EXTRACTOR DE ANILLO DE ESTANQUEIDAD</p>		<p>8814661000</p>

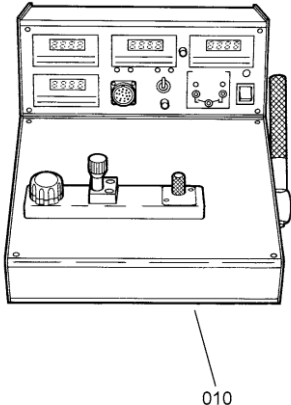
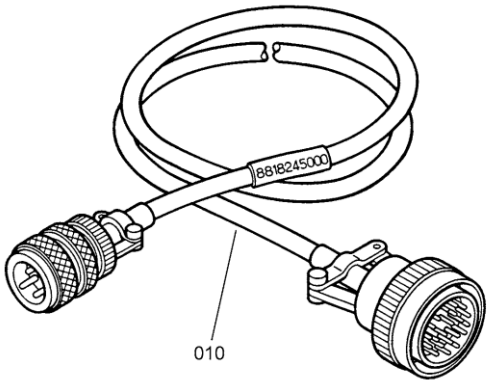
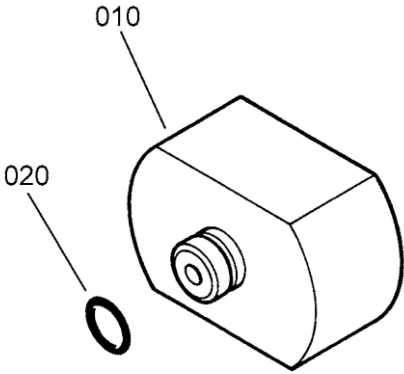
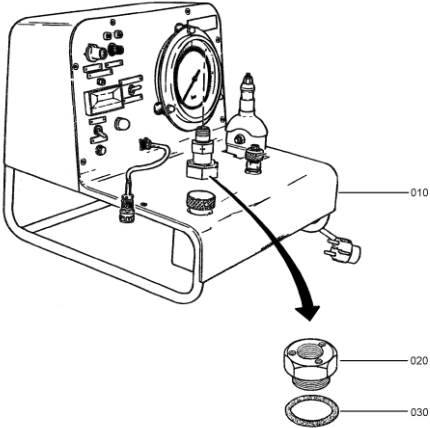
<p>MANDRIL DE MONTAJE DEL ANILLO DE ESTANQUEIDAD</p>		<p>8813696000</p>
<p>SOPORTE ÁRBOL DE POTENCIA</p>		<p>8812478000</p>
<p>HERRAMIENTA DE MONTAJE DE LA RUEDA LIBE</p>		<p>8814047000</p>
<p>HERRAMIENTA DE MONTAJE DE LA RUEDA LIBE</p>		<p>8816011000</p>

<p>EXTRACTOR DE COJINETE DE RUEDA LIBRE</p>		<p>8814683000</p>
<p>MANDRIL MONTAJE/DESMONTA JE ANILLO DE ESTANQUEIDAD</p>		<p>8813647000</p>

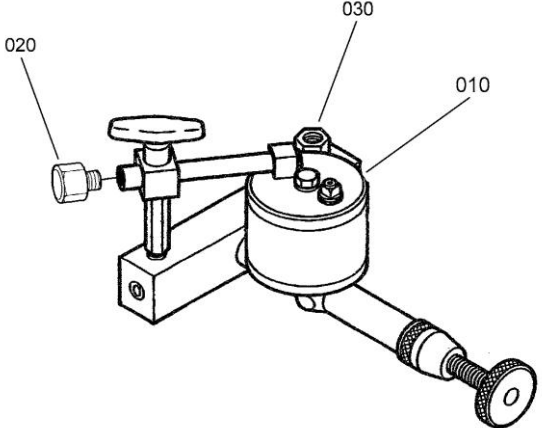
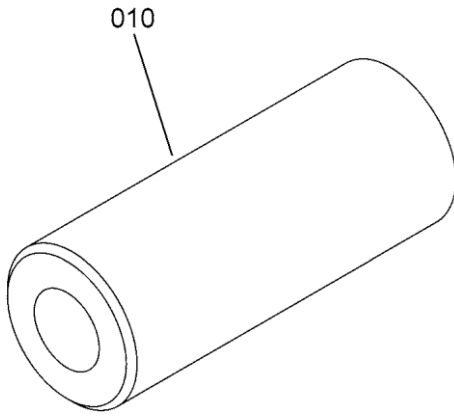
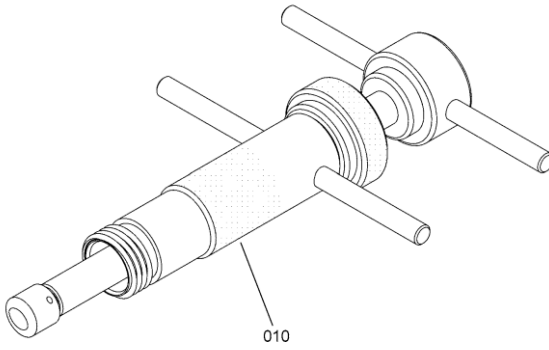
## REDUCTOR

<p>LLAVE PARA TRANSMISOR DE PAR</p>		<p>8813100000</p>
---	--	-------------------

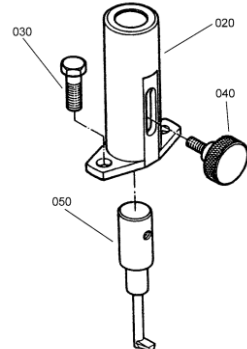
<p>HAZ</p>		<p>8818918000</p>
<p>UNIÓN</p>		<p>8818925000</p>
<p>MANÓMETRO DE BOLSILLO EQUIPADO</p>		<p>8818457000</p>
<p>CAJA DE CONTROL</p>		<p>8813569000</p>

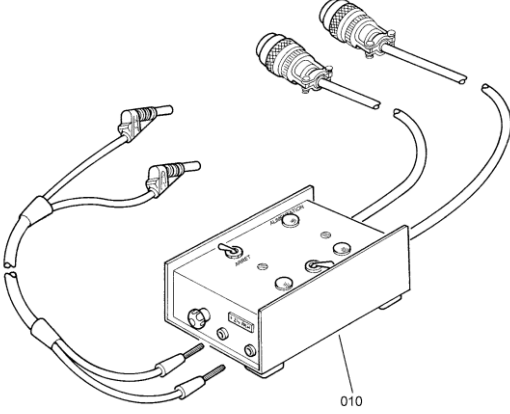
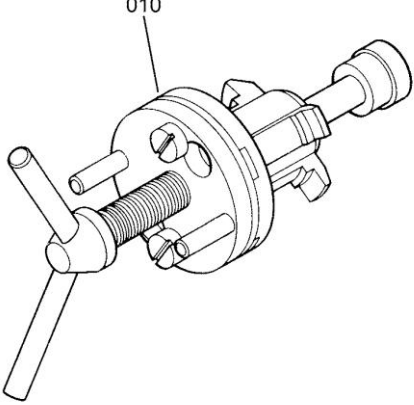
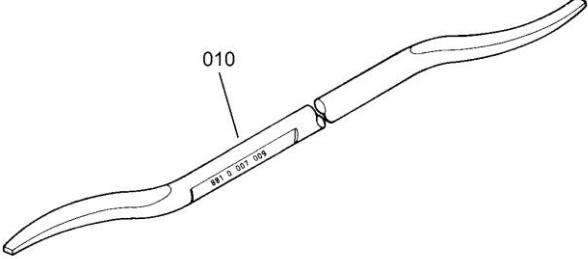
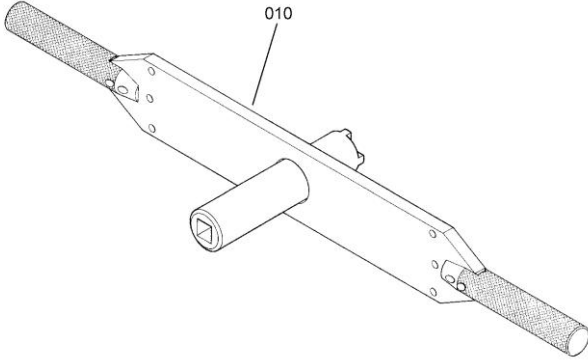
<p>BANCO DE AJUSTE TRANSMISOR</p>		<p>8818222000</p>
<p>HAZ</p>		<p>8818245000</p>
<p>CONJUNTO SOPORTE</p>		<p>8818241000</p>
<p>BANCO DE AJUSTE TRANSMISOR</p>		<p>8812344000</p>

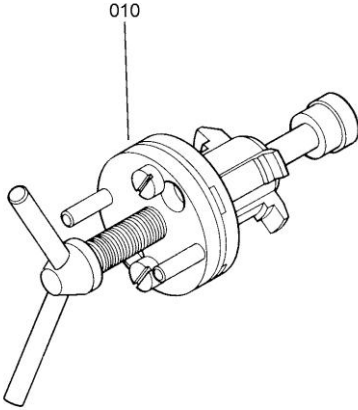
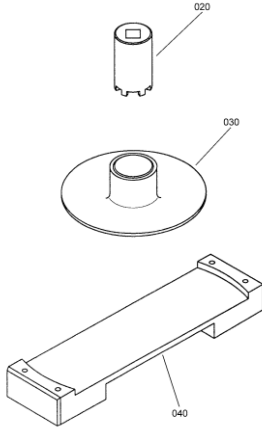
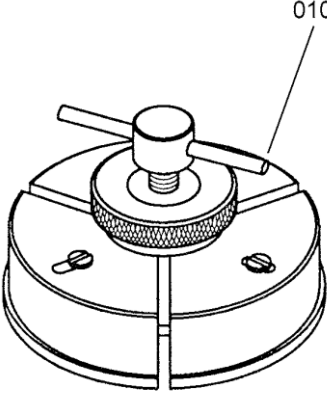
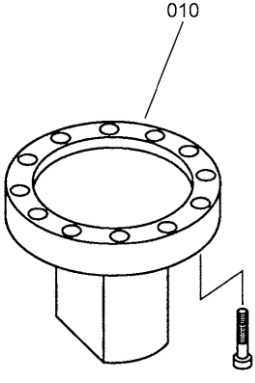


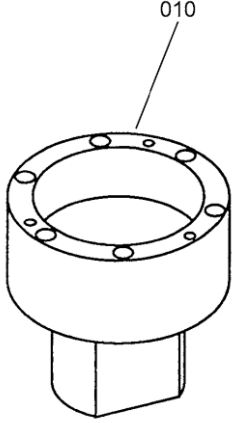
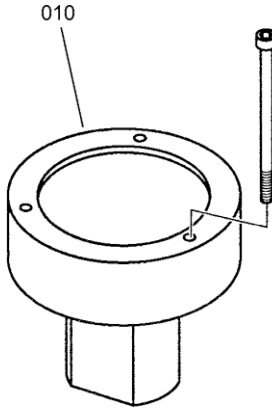
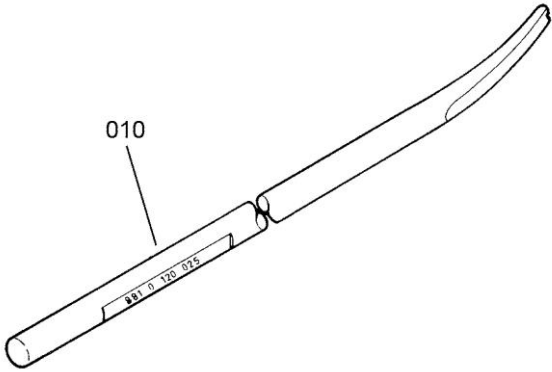

<p>GENERADOR DE PRESIÓN HIDRÁULICA</p>		<p>8818870000</p>
<p>HERRAMIENTA PARA MONTAJE ANILLO DE ESTANQUEIDAD</p>		<p>881222000</p>
<p>EXTRACTOR PARA ANILLO DE ESTANQUEIDAD</p>		<p>8812224000</p>

## COMBUSTIÓN

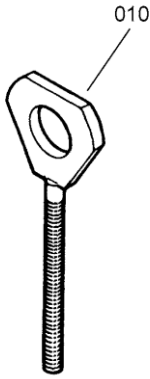
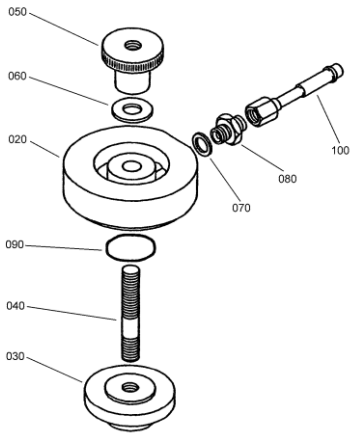
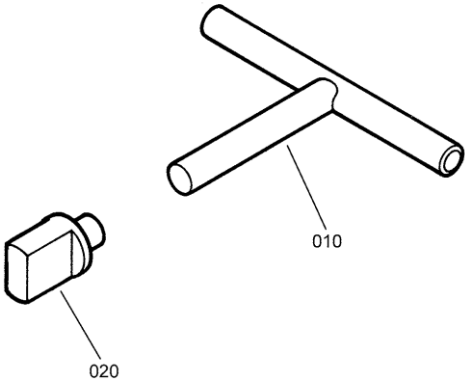
<p>CALIBRE DE POSICIONAMIENTO PARA ENCENDEDORES</p>		<p>8812331000</p>
---	---	-------------------

<p>CAJA DE CONTROL</p>	 <p>010</p>	<p>8814210000</p>
<p>EXTRACTOR DE ANILLO EXTERIOR DE RODAMIENTO</p>	 <p>010</p>	<p>8812148000</p>
<p>DESFRENADOR</p>	 <p>010</p>	<p>8810007009</p>
<p>CONJUNTO LLAVE E INMOVILIZADOR</p>	 <p>010</p>	<p>8811937000</p>

<p>EXTRACTOR</p>		<p>8812247000</p>
<p>CONJUNTO INMOVILIZADOR Y LLAVE DE APRIETE</p>		<p>8813959000</p>
<p>EXTRACTOR</p>		<p>8814214000</p>
<p>HERRAMIENTA DE SUJECIÓN</p>		<p>800A969400</p>

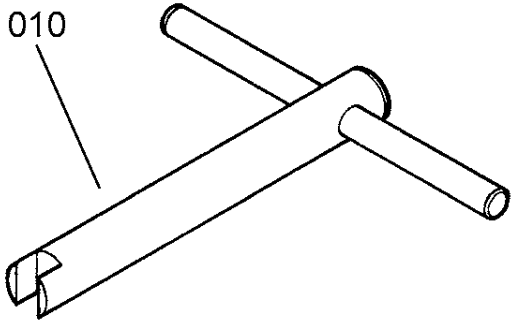
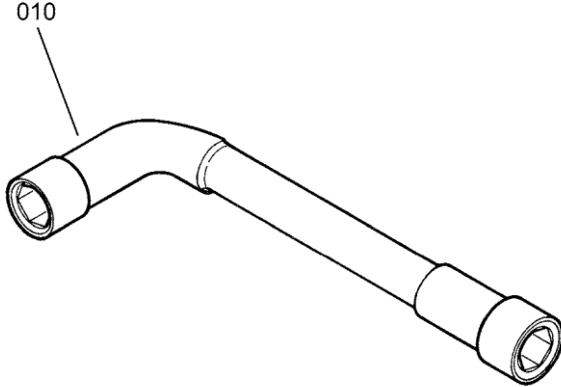
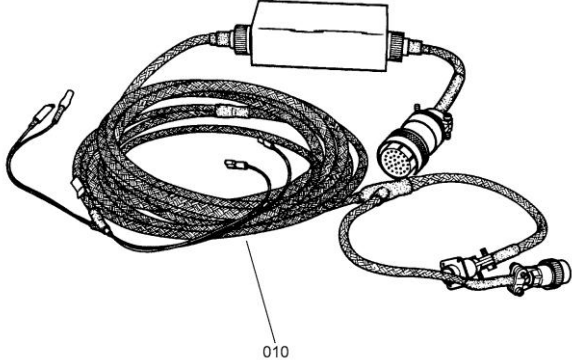
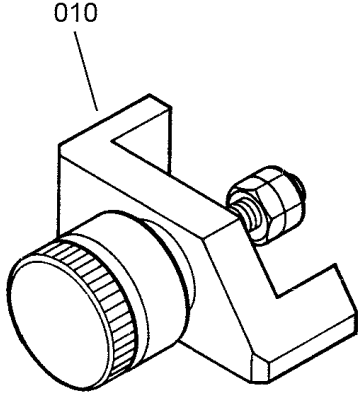
<p>HERRAMIENTA DE SUJECIÓN</p>		<p>800A969300</p>
<p>HERRAMIENTA DE SUJECIÓN</p>		<p>8814731000</p>
<p>FRENADOR</p>		<p>8810120025</p>
<p>CONJUNTO MANDRIL PARA POSICIONAR RODILLOS</p>		<p>8812749000</p>

## ENTRENAMIENTO ACCESORIOS

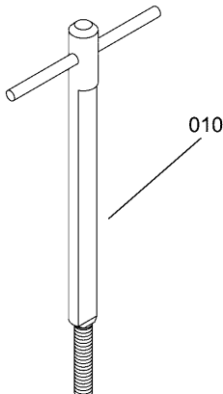
<p style="text-align: center;">VARILLAS DE EXTRACCIÓN</p>	 <p style="text-align: center;">010</p>	<p style="text-align: center;">8810131088</p>
<p style="text-align: center;">HERRAMIENTA MONTAJE/DESMONTA JE JUNTAS MAGNÉTICAS</p>	 <p style="text-align: center;">050 060 020 090 040 030 070 080 100</p>	<p style="text-align: center;">8813824000</p>
<p style="text-align: center;">HERRAMIENTA DE MONTAJE DE ANILLO</p>	 <p style="text-align: center;">020 010</p>	<p style="text-align: center;">8816758000</p>

<p>HERRAMIENTA MONTAJE/DESMONTA JE JUNTAS MAGNÉTICAS</p>		<p>8813734000</p>
<p>LLAVE E INMOVILIZADOR</p>		<p>8812242000</p>
<p>LLAVE E INMOVILIZADOR</p>		<p>8816082000</p>

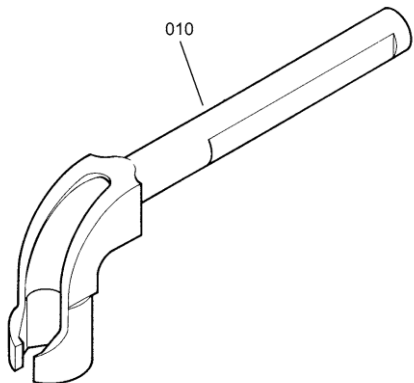
## COMBUSTIBLE – REGULACIÓN

<p>LLAVE ESPECIAL</p>		<p>8814164002</p>
<p>LLAVE DE TUBO CON EXTREMO ABIERTO</p>		<p>8814164003</p>
<p>HAZ DE MEDIDANG Y NR</p>		<p>8814721000</p>
<p>EXTRACTOR FILTRO DE COMBUSTIBLE</p>		<p>8816900000</p>

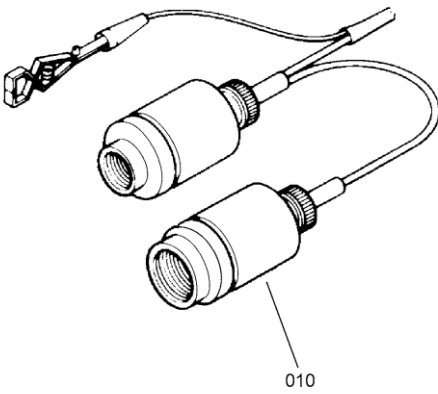
**REGULACIÓN – COMPRESOR**

<p>EXTRACTOR</p>		<p>8813521000</p>
------------------	---	-------------------

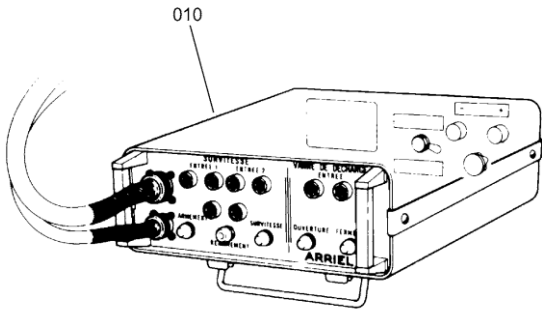
## TEMPERATURA

<p>LLAVE PARA TERMOPARES</p>		<p>8812266000</p>
----------------------------------	---	-------------------

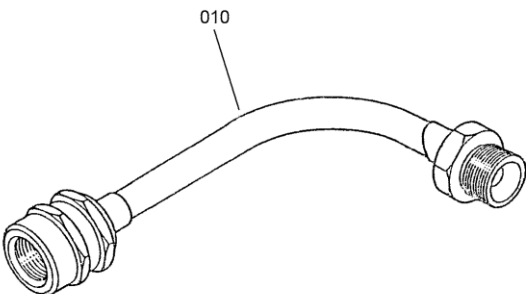
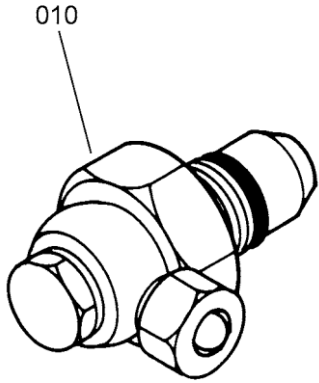
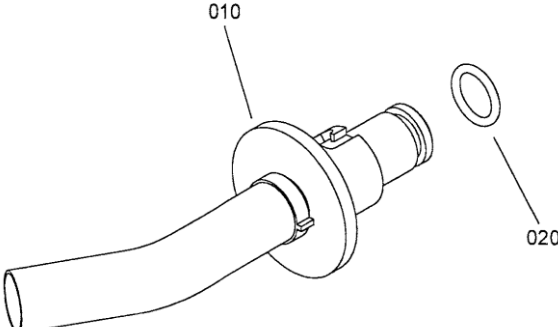
## ANALIZADORES

<p>DISPOSITIVO DE CONTROL DE AISLAMIENTO</p>		<p>8812382100</p>
--	--	-------------------

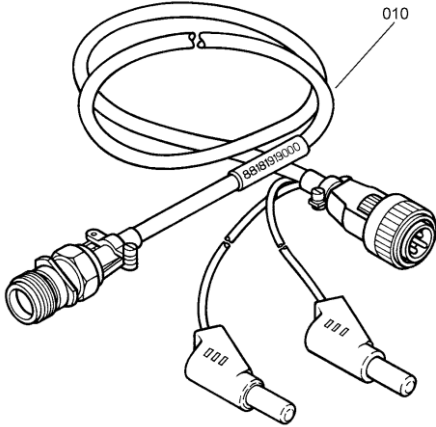
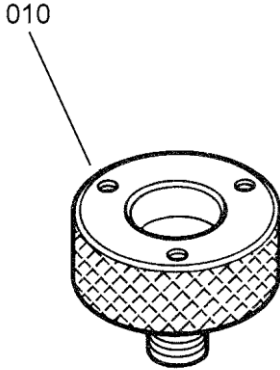
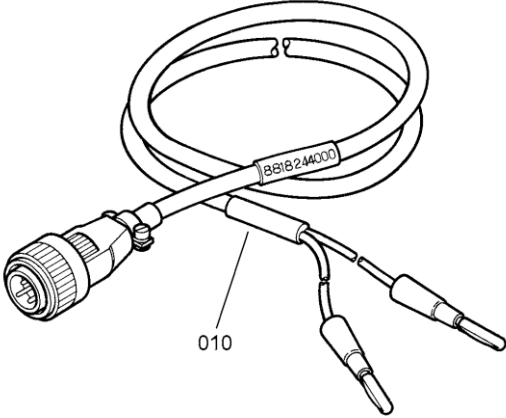
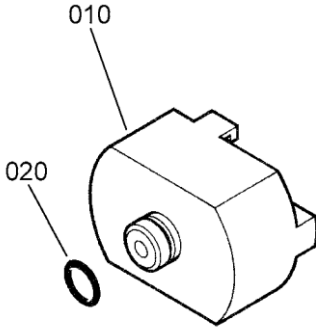


<p>CAJA DE CONTROL PARA CAJA DE SOBREVELOCIDAD</p>		<p>8812382200</p>
--	--	-------------------

## CIRCUITO DE LUBRICACIÓN

<p>TUBERÍA TOMA DE PRESIÓN DE ACEITE</p>		<p>8814657000</p>
<p>UNIÓN DE TOMA DE PRESIÓN DE ACEITE</p>		<p>8812766000</p>
<p>TUBERÍA DE VACIADO</p>		<p>TM1257G00 1</p>

# SEÑALIZACIÓN

HAZ		8818919000
UNIÓN		8818926000
HAZ		8818244000
CONJUNTO SOPORTE		8818264000

## ANEXO ENCUESTAS

Los datos explicados en el Capítulo 4 fueron obtenidos con base en el muestreo de las encuestas aplicadas a estudiantes del CECyT N°2 del Instituto Politécnico Nacional. Se anexan algunas para indicar el interés, costos y necesidades que presentan los alumnos.

Nombre: Ramírez Martínez Isis Naomi

Edad: 16 años

Sexo: Femenino

Escuela en la que estudia: CECYT2 "Miguel Bernard Perales"

Matricula (boleta): 2010021091

Carrera: Aeronáutica

¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo? Si

¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave? Si

¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico? Si

¿En que tipo de proyectos te gustaría participar? Me gustaría un proyecto en el que tenga que trabajar mucho, y de preferencia relacionado con la carrera para aprender mas.

¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto? De 6 a 8 horas

¿Cuál crees que seria el beneficio de trabajar en un proyecto? Aprender cosas nuevas, y poder utilizar estos conocimientos después.

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros? Hay no lo sé, no sé en cuanto estén esos cursos, pero haría un gran esfuerzo si con ello puedo aprender y ayudarme a sobresalir en mi carrera.

Nombre: José Iván Flores López.

Edad: 18 años.

Sexo: Masculino.

Escuela en la que estudia: IPN: CECYT 2 "Miguel Bernard Perales"

Matricula (boleta): 2010020752

Carrera: Aeronáutica (Técnico)

¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo?

Si.

¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave?

Si.

¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico?

Si.

¿En qué tipo de proyectos te gustaría participar?

Principalmente en cabinas simuladoras de vuelo y proyectos sostenibles (tanto en creación de tecnologías amigables con el medio ambiente como en área de administración de proyectos). Si fuera en otro país (Canadá, Francia o Inglaterra, lugares en los que puedo comunicarme) sería mejor ya que tendría más posibilidades de desarrollo y mejores ingresos.

¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto?

4 horas máximo.

¿Cuál crees que sería el beneficio de trabajar en un proyecto?

Adquirir tanto experiencia como conocimiento en el área que desarrollo. El valor curricular. Otro es el estar en contacto con personas de otros países con diferentes culturas y puntos de vista.

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros?

5,000 pesos, máximo. (Obviamente también tendría que ver: Lugar del curso, duración y días en los que se tomaría clase).

Nombre: Romero Sánchez María Fernanda

Edad: 16 años

Sexo: femenino

Escuela en la que estudia: Cecyt 2 Miguel Bernard Perales

Matricula (boleta): 2010020471

Carrera: Aeronáutica

¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo?

Si

¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave?

Si

¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico?

Si

¿En que tipo de proyectos te gustaría participar?

Reparación de aeronaves

¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto?

3 horas diarias

¿Cuál crees que sería el beneficio de trabajar en un proyecto?

Un aprendizaje mayor y adquirir experiencia

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros?

El precio asignado

Nombre: CHAZARIN SAN AGUSTIN SAUL

Edad: 16 AÑOS

Sexo: MASCULINO

Escuela en la que estudia: CECYT 2 "MIGUEL BERNARD PERALES"

Matricula (boleta): 2010020682

Carrera: AERONAUTICA

¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo? SI

¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave?

SI, YA QUE ESTO ME SERVIRIA DE EXPERENCIA, PARA TENER UNA MEJOR PREPARACIÓN ACADEMICA Y LABORAL, INDEPENDIENTEMENTE DE QUE OBTENDRIA NUEVOS CONOCIMIENTOS

¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico?

SI, YA QUE AL MISMO TIEMPO QUE REALICE MI SERVICIO, APRENDERIA MAS COSAS A PARTE DE UNA AERONAVE

¿En que tipo de proyectos te gustaría participar? SIMULADORES DE CABINA, AMBIENTALES Y MANEJO DE CUALQUIER TIPO DE AERONAVE

¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto?  
DIARIAMENTE 2 HRS

¿Cuál crees que seria el beneficio de trabajar en un proyecto?

EXPERIENCIA Y RESPALDO, PARA PODER OBTENER UN MEJOR PUESTO LABORAL Y QUIZA MEJOR SALARIO, RECONOCIMIENTO Y SATISFACCIÓN AL SABER QUE EL PROYECTO FUE EXITOSO, MEJORA DE CONOCIMIENTOS EN TODOS LOS ASPECTOS, ASI MISMO DIVERSIÓN Y SOCIALIZACIÓN, NUEVOS APRENDIZAJES, ENTRE MUCHOS OTROS,

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros? \$1500.00 PESOS MENSUALES

**Nombre:** Valderrabano Domínguez Karina.

**Edad:** 16 años.

**Sexo:** Femenino.

**Escuela en la que estudia:** CECYT 2 Miguel Bernard Perales.

**Matricula (boleta):** 2010020537

**Carrera:** Aeronáutica.

**¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo?**

Probablemente sí, aunque depende de que tan costoso sea.

**¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave?**

Por supuesto.

**¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico?**

Pues realmente si me gustaría mucho, ese era el plan.

**¿En que tipo de proyectos te gustaría participar?**

Pues me gustaría participar en algún diseño de aeronaves, aunque con que sea de la carrera está muy bien como practica quizá.

**¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto?**

Todo el tiempo que tengo libre.

**¿Cuál crees que sería el beneficio de trabajar en un proyecto?**

Para mi sería como una práctica, me enseñaría el modo de trabajo, sería un nuevo reto.

**¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros?**

No estoy muy segura de cuánto podría pagar por él pero quizá no mucho.

Nombre: **Ortiz Espinoza Erik Ricardo**

Edad: **16**

Sexo: **Masculino**

Escuela en la que estudia: **Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos #2 Miguel Bernard Perales**

Matricula (boleta): **2010021040**

Carrera: **Aeronáutica**

¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo?

**R=Si, sería muy interesante y un complemento a la carrera**

¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave?

**R=Si, porque creo que es algo que en un futuro me ayudaría mucho**

¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico?

**R=Si, además de que es muy bueno porque adquiero más experiencia**

¿En que tipo de proyectos te gustaría participar?

**R=Me gustaría participar en proyectos relacionados con motores o electrónica ya que es lo que más me interesa**

¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto?

**R= La verdad estoy dispuesto a trabajar en el servicio en tiempo que sea necesario**

¿Cuál crees que sería el beneficio de trabajar en un proyecto?

**R=Creo que es de gran ayuda ya que te da una idea de lo que es trabajar en un proyecto, además de que obtienes experiencia y aprendes cosas nuevas**

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros?

**R= Me imagino que debe de ser algo costoso, y haría lo posible por pagarlo**



Nombre: CASILLAS ALONSO SARAHI CITLALI

Edad: 16 AÑOS

Sexo: FEMENINO

Escuela en la que estudia: CECYT 2 MIGUEL BERNARD PERALES

Matricula (boleta):2010020064

Carrera: AERONAUTICA

¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo?

SI, YA QUE SERIA UN GRAN COMPLEMENTO PARA LA CARRERA Y SE ADQUIEREN NUEVOS CONOCIMIENTOS

¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave?

SI, CON ESTO PODRIA APRENDER DE MANERA PRACTICA EL PROCESO DE ESTO

¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico?

SI, YA QUE SERIA DE GRAN UTILIDAD Y SE TOMARIA EXPERIENCIA EN CUANTO A LO PRACTICO

¿En que tipo de proyectos te gustaría participar?

EN LOS CUALES SE TRABAJEN DE MANERA COLABORATIVA Y SEAN SOBRE AERONAUTICA, ADEMAS QUE NOS VA AYUDAR A ADQUIRIR NUEVOS CONOCIMIENTOS

¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto?

DE 2 A 4 HORAS

¿Cuál crees que seria el beneficio de trabajar en un proyecto?

SERIA PRINCIPALMENTE ADQUIRIR EXPERIENCIA EN LA CARRERA

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros?

MAXIMO \$10,000 PESOS

Nombre: CARRILLO ROMERO VICTOR HUGO

Edad:16 AÑOS

Sexo:HOMBRE

Escuela en la que estudia: CECyT 2 "Miguel Bernard Perales"

Matricula (boleta): 2010020060

Carrera: Aeronàutica

¿Estarías dispuesto a tomar un curso sobre helicópteros con costo?

SI, aunque el costo sea algo elevado me interesa.

¿Te gustaría participar en un proyecto de reparación mayor de una aeronave?

SI.

¿Estarías dispuesto a realizar servicio social en un proyecto aeronáutico?

SI, por que al mismo tiempo que hago mi servicio social obtengo mas aprendizajes.

¿En que tipo de proyectos te gustaría participar?

En la carrera de aeronáutica algo sobre la no contaminación de las aeronaves.

¿Cuántas horas estarías dispuesto a trabajar en servicio dentro de un proyecto?

Probablemente 2 o hasta 3

¿Cuál crees que seria el beneficio de trabajar en un proyecto?

El mejorar depende de que tipo de proyecto se trate.

¿Cuánto estarías dispuesto a pagar por el curso de helicópteros?

Si es un buen curso, \$20,000

## CONCLUSIONES

Con base en el trabajo realizado y a lo largo de sus Cuatro Capítulos, de acuerdo al análisis efectuado, al trabajo de campo y la información obtenida se puede concluir que es más viable la reparación mayor del motor Ariel 1B dentro del Instituto Politécnico Nacional en cuanto a costo, esto considerado que la escuela sea autorizada como taller aeronáutico, sin embargo debido a las demoras que tardaría la autoridad aeronáutica del país en certificar a la institución como taller y lograr cumplir con los requisitos que demanda la NOM 145/1 y NOM 145/2, puesto que la escuela en este momento no está preparada para funcionar como Taller Aeronáutico puesto que no cuenta con los procedimientos de protección civil en cuestión de seguridad, las normas de calidad e higiene, trato de material de residuo, esto es a que hay poco personal calificado y acreditado con licencia expedida por la Autoridad, no se cuenta con un área definida de trabajo para poder llevar a cabo la reparación mayor.

Con base en los Recursos Disponibles con los que cuenta la escuela hoy en día no son suficientes en cuestión de espacio y herramientas para poder desmotar, efectuar la reparación y montar nuevamente el motor; otro punto importante son los Recursos Necesarios es decir toda la herramienta, consumibles y componentes que se requieren para trabajar en la reparación mayor, la escuela no cuenta con ninguna herramienta especial, sólo puede proporcionar la herramienta estándar o herramienta de mecánica automotriz y es complicado el diseño, adaptación y fabricación de las herramientas que se requieran utilizar, puesto que cada herramienta posee características y especificaciones propias con respeto a dimensiones y material que se necesitan emplear para poder fabricarlas, cada fabricante posee los derechos sobre sus herramientas e infringiríamos en hacer copias o réplicas idénticas a las originales sin la autorización del fabricante. Ahora bien para poder obtener las dimensiones y características de cada herramienta se tiene que contactar al operador del Taller Aeronáutico Autorizado para que nos faciliten cada herramienta y poder sacar sus características propias y pensar en el posible diseño e innovación para poderlas fabricar en la escuela, lo que representaría un tiempo excesivo en analizar herramienta por herramienta y tomar nota de cada una de ellas, puesto que son alrededor de 140 aproximadamente, difiriendo de su grado de complejidad de cada herramienta, sin embargo si se llegan a utilizar herramientas no autorizadas por la dependencia correspondiente; ellos cancelan el permiso de Taller Aeronáutico puesto que dichas herramientas improvisadas o adaptadas afectarían la seguridad y el manejo de los componentes del motor,

Otro aspecto importante es el tiempo que tardaran los jóvenes que participaran en el proyecto en recibir su capacitación, los cursos que imparte Turbomeca son aproximadamente dos veces al año con una duración de 30 horas como mínimo y 5 días por lo que se necesita estar pendiente de las fechas para dichos cursos; en Eurocopter el costo de los cursos es alrededor de \$6,000 USD, generando un costo poco costoso para los voluntarios participantes en la reparación de dicho motor. Aumentando el tiempo de su capacitación más el tiempo del trabajo en que se lleve a cabo la reparación.

Lo descrito anteriormente a demás de los costos extras generados por las Directivas de Aeronavegabilidad deben ser tomadas en cuenta para desarrollar dicha reparación, puesto que son obligaciones del taller aeronáutico llevar todas y cada una de ellas para garantizar seguridad y calidad en todos sus componentes y factores que involucren la operatividad del motor; esto incrementa aún más los costos en la reparación de dicho motor puesto que no implica sólo la reparación si no los mantenimientos y servicios que no se le han dado previamente, tomando en cuenta que conforme pase más tiempo sin ser reparado, se incrementarán los costos por vida útil y falta de reparaciones a lo largo del tiempo en todos sus componentes y elementos.

Resumiendo el trabajo realizado, se puede concluir que la cantidad neta total que costaría reparar el motor Arriel 1B a ESIME TICOMÁN es de \$218,649.50 USD y por un taller aeronáutico autorizado es de \$348,321.80 USD, esto implica que económicamente es más viable repararlo en la institución, sin embargo considerando tiempos en certificados, capacitación del personal y utilizando los convenios con las empresas del medio aéreo, el tiempo incrementaría y generaría demoras en la reparación mayor del motor.

El objetivo de este trabajo el cual es la obtención de un Análisis de Factibilidad que demuestre resultados concretos y factibles de cómo facilitar la reparación del motor del helicóptero, se cumple hasta cierto aspecto descrito en esta Tesina, puesto que los costos reales de las herramientas así como de las herramientas tangibles no tuvimos el contacto ni la información facilitada puesto que son políticas de cada empresa restringir la información del medio por cuestiones de seguridad y estas empresas de Talleres Aeronáuticos Autorizados sólo cotizan las solicitudes de cada operador de cierta aeronave de la cual sean dueños.

## GLOSARIO

**Aeronave:** Cualquier vehículo capaz de transitar con autonomía en el espacio aéreo con personas, carga o correo.

**Aeronavegabilidad:** Condición en la que una aeronave, sus componentes y/o accesorios, cumplen con las especificaciones de diseño del certificado de tipo, suplementos y otras aprobaciones de modificaciones menores y, por lo tanto, determina que dicha aeronave, sus componentes y/o accesorios, operan de una manera segura para cumplir con el propósito para el cual fueron diseñados.

**Accidente:** Todo suceso por el que se cause la muerte o lesiones graves a personas a bordo de la aeronave o bien se ocasionen daños o roturas estructurales a la aeronave, o por el que la aeronave desaparezca o se encuentre en un lugar inaccesible.

**Actuación humana:** Capacidades y limitaciones humanas que repercuten en la seguridad y eficiencia de las operaciones aeronáuticas.

**Alteración o Modificación:** Sustituir alguna parte de una aeronave mediante el reemplazo de una unidad de equipamiento, por otra de diferente tipo que no sea parte del diseño de tipo de la aeronave.

**Alteración mayor o Modificación mayor:** Alteración o modificación no indicada en las especificaciones del certificado de tipo de una aeronave, planeador, motor, hélice, componente y/o accesorio, según aplique, que puede afectar significativamente su peso, equilibrio, resistencia estructural, rendimientos, funcionamiento de la planta motopropulsora, características de vuelo u otras cualidades que afecten su aeronavegabilidad, o aquella que no se efectúa de acuerdo con prácticas recomendadas o que no puede realizarse mediante operaciones básicas.

**Alteración menor o Modificación menor:** Alteración o modificación que no es una alteración mayor.

**ANSYS:** Software de simulación ingenieril. Está desarrollado para funcionar bajo la teoría de elemento finito para estructuras y volúmenes finitos para fluidos.

**Autoridad Aeronáutica:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

**Autoridad de aviación civil:** Autoridad rectora de un país extranjero, en materia aeronáutica.

**Certificación:** Procedimiento que se lleva a cabo una vez que hayan concluido los trabajos de fabricación, armado o mantenimiento de una aeronave, motor, hélice o componente, indicando los trabajos realizados, y significa que éstos reúnen las condiciones requeridas para su operación segura.

**Certificado de Tipo:** Documento otorgado por la Autoridad Aeronáutica certificadora de una aeronave, parte, componente, equipo o producto utilizado en aviación, de fabricación específica o modelo básico, que incluye el tipo de diseño o elaboración, los límites de operación o manejo, los datos de sus características y cualquier otra condición o limitación.

**Concesionario de transporte aéreo:** Sociedad mercantil constituida conforme a las leyes mexicanas, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga una concesión para la explotación del servicio de transporte aéreo de servicio al público nacional regular, y es de pasajeros, carga, correo o una combinación de éstos, está sujeto a rutas nacionales, itinerarios y frecuencias fijos, así como a las tarifas registradas y a los horarios autorizados por la Secretaría.

**Contrato:** Acuerdo de voluntades escrito, en el que se establecen compromisos mutuos entre el Taller Aeronáutico y la empresa propietaria u operador de una aeronave, y al que se sujetarán ambas partes para llevar a cabo el mantenimiento y/o reparación de dicha aeronave.

**Control de calidad:** Proceso por medio del cual se verifica que las características de un producto que está siendo utilizado, fabricado o reparado, se conservan dentro de los requerimientos para los que fue concebido.

**Certificado de Aeronavegabilidad:** Documento oficial que acredita que la aeronave está en condiciones técnicas satisfactorias para realizar operaciones de vuelo.

**Concesionario de transporte aéreo:** Sociedad mercantil constituida conforme a las leyes mexicanas, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga una concesión para la explotación del servicio de transporte aéreo de servicio al público nacional regular, y es de pasajeros, carga, correo o una combinación de éstos, está sujeto a rutas nacionales, itinerarios y frecuencias fijos, así como a las tarifas registradas y a los horarios autorizados por la Secretaría.

**Directiva de Aeronavegabilidad:** Documento de cumplimiento obligatorio expedido por la Autoridad Aeronáutica, agencia de gobierno u organismo acreditado responsable de la certificación de aeronaves, motores, hélices y componentes que han presentado condiciones inseguras, mismas que pueden existir o desarrollarse en otros productos del mismo tipo y diseño. En dicho documento se prescriben inspecciones, condiciones y limitaciones bajo las cuales las aeronaves, motores, hélices y componentes referidos, pueden continuar operándose.

**Diseño de Tipo:** Descripción de todas las características de un producto aeronáutico, incluidos su diseño, fabricación, limitaciones e instrucciones sobre mantenimiento de la aeronavegabilidad, las cuales determinan sus condiciones de aeronavegabilidad.

**ELT:** Equipo transmisor localizador de emergencia.

**Equipo/herramienta especial:** Equipo/herramienta que se utiliza para una función específica, exclusivamente para una marca y modelo o modelos de aeronave o componente determinado.

**Garantía de calidad:** Todas las actividades planificadas y sistemáticas realizadas dentro del sistema de calidad, que se ha demostrado son necesarias para proporcionar una confianza

adecuada de que la entidad cumplirá con los requisitos de calidad.

**Guías de mantenimiento:** Formas utilizadas para cada mantenimiento programado o no programado de una aeronave, que indican paso a paso los procedimientos de inspección, prueba y revisión que se deben efectuar en un tiempo definido.

**hp(s):** Caballo(s) de potencia (Horse Power), unidad de medida de potencia en el sistema inglés.

**Información técnica:** Toda la información requerida para la actividad aeronáutica sobre diseño, fabricación, armado, mantenimiento, capacitación y operación.

**Instalaciones:** Conjunto de obras de construcción necesarias para prestar el servicio permissionado.

**kg(s):** Kilogramo(s).

**Liberación de mantenimiento o retorno a servicio:** Procedimiento mediante el cual se declara en el libro de bitácora de la aeronave o documentos correspondientes, que el trabajo realizado a la aeronave, componente y/o accesorio, cumple con los requisitos técnicos indicados por la entidad responsable del diseño de tipo y/o por la Autoridad Aeronáutica, y que puede regresar a su operación normal.

**Libro de bitácora:** Documento oficial que se lleva a bordo de la aeronave, en el cual se lleva un registro de los parámetros operacionales más importantes de la misma, mantenimiento, fallas registradas, antes o durante el vuelo, acciones tomadas al respecto y tiempos de la aeronave.

**Licencia:** Documento oficial otorgado por la Autoridad Aeronáutica al personal técnico aeronáutico, necesario para poder ejercer sus funciones, de acuerdo con la clasificación y capacidades descritos en el mismo.

**Licencia aeronáutica:** Documento oficial otorgado por la Autoridad Aeronáutica al personal técnico aeronáutico, necesario para poder desarrollar las labores especificadas en el mismo.



**Mantenimiento:** Cualquier acción o combinación de acciones de inspección, reparación, alteración o corrección de fallas o daños de una aeronave, componente y/o accesorio.

**Mantenimiento correctivo:** Acciones requeridas por una aeronave, componente y/o accesorio, para restablecer su condición de operación, ante la ocurrencia de una falla o daño.

**Mantenimiento preventivo:** Acciones requeridas en intervalos o sucesos definidos, para evitar o postergar la aparición u ocurrencia de una falla o daño en una aeronave, componente y/o accesorio.

**Organigrama:** Descripción gráfica por medio de bloques, de los niveles jerárquicos y la organización de la empresa.

**Operador aéreo:** El propietario o poseedor de una aeronave de Estado, de las comprendidas en el artículo 5 fracción II inciso a) de la Ley de Aviación Civil, así como de transporte aéreo privado no comercial, mexicana o extranjera.

**OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.

**Permisionario del Taller Aeronáutico:** Persona física o moral, mexicana o extranjera, a la cual se le otorga un permiso para establecer un Taller Aeronáutico.

**Permisionario de transporte aéreo:** Persona moral o física, en el caso del servicio aéreo privado comercial, nacional o extranjera, a la que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes otorga un permiso para la realización de sus actividades, pudiendo ser la prestación del servicio de transporte aéreo internacional regular, nacional e internacional no regular y privado comercial.

**Permisionario del Taller Aeronáutico:** Persona física o moral, mexicana o extranjera, a la cual se le otorga un permiso para establecer un Taller Aeronáutico.

**Permisionario de transporte aéreo:** Persona moral o física, en el caso del servicio aéreo privado comercial, nacional o extranjera, a la que la Secretaría de Comunicaciones y

Transportes otorga un permiso para la realización de sus actividades, pudiendo ser la prestación del servicio de transporte aéreo internacional regular, nacional e internacional no regular y privado comercial.

**Personal técnico aeronáutico:** Personal poseedor de una licencia expedida por la Autoridad Aeronáutica, que ejerce sus funciones con base en las capacidades o facultades reconocidas en la propia licencia.

**Planeador:** Conjunto de partes de una aeronave, que comprende el fuselaje, alas, superficie de control, tren de aterrizaje y sus accesorios y rotores (para el caso de helicópteros), excluyendo motores y hélices.

**Reparación:** Acción de mantenimiento a una aeronave, componente y/o accesorio, a fin de restablecer su condición de operación normal.

**Reparación mayor:** Reparación que no se puede llevar a cabo con prácticas aceptadas, es decir, aquellas que se encuentran en los manuales de mantenimiento de una aeronave, o que sean realizadas por operaciones elementales, o que si son mal efectuadas pueden afectar apreciablemente el peso, balance, resistencia estructural, rendimientos, operación del motor, características del vuelo u otras cualidades que afecten la aeronavegabilidad de las aeronaves.

**Reparación menor:** Aquella reparación que no es mayor.

**Responsable del Taller Aeronáutico:** Persona física acreditada por la Autoridad Aeronáutica, responsable de la operación y funcionamiento del Taller Aeronáutico, así como de las actividades de mantenimiento y reparación de aeronaves y sus componentes, conforme a los términos del permiso otorgado por dicha Autoridad, para efectuar las actividades mencionadas.

**Revisión general, revisión mayor, reacondicionamiento mayor u overhaul:**

Aquellas tareas indicadas como tales, para regresar una aeronave, sus componentes y/o accesorios, a los estándares especificados en el Manual de Mantenimiento o equivalente, emitido por la entidad responsable del diseño de tipo.

**Secretaría:** La Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**Taller Aeronáutico:** Es aquella instalación destinada al mantenimiento y/o reparación de aeronaves y de sus componentes, que incluyen sus accesorios, sistemas y partes, así como a la fabricación o ensamblaje, siempre y cuando se realicen con el fin de dar mantenimiento o para reparar aeronaves en el propio Taller Aeronáutico.

**Unidad de verificación:** Persona física o moral que realiza actos de verificación.

**Unigraphics:** NX de UGS NX y NX de Siemens PLM es un avanzado CAD / CAM / CAE software utilizado entre otros para: Class A surfacesDiseño, Finite Element Methodfinite volume method Análisis y Fabricación de acabados de diseño.

**Verificación:** La constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos, que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

## REFERENCAS

Turbomotor Arriel 1B “Catálogo de Herramientas de Mantenimiento” TURBOMECA Ed. 30  
Noviembre del 2005

Turbomotor Arriel 1B “Catálogo de Recambios de Mantenimiento” TURBOMECA Ed. 30  
Noviembre del 2005

Turbomotor Arriel 1B “Manual de Mantenimiento” TURBOMECA Ed. 15 Octubre del 2005  
Volumen 1

Turbomotor Arriel 1B “Manual de Mantenimiento” TURBOMECA Ed. 15 Octubre del 2005  
Volumen 2

Turbomotor Arriel 1B “Manual de Mantenimiento” TURBOMECA Ed. 15 Octubre del 2005  
Volumen 3

[http://www.esimetic.ipn.mx/WPS/WCM/CONNECT/ESIME\\_TICOMAN/ESIME\\_TICOMAN/INICIO/SER\\_EXT/INDEX.HTM](http://www.esimetic.ipn.mx/WPS/WCM/CONNECT/ESIME_TICOMAN/ESIME_TICOMAN/INICIO/SER_EXT/INDEX.HTM)

<http://www.turbomeca-support.com>

Email : [tools.webmaster@turbomeca.fr](mailto:tools.webmaster@turbomeca.fr)

[http://www.flightcraft.ca/maintenance\\_engine\\_overhaul.asp](http://www.flightcraft.ca/maintenance_engine_overhaul.asp)

<http://safran-group.com/>

<http://www.preferredairparts.com/>

<http://www.skygeek.com/engine.html>

<http://www.dynamationresearch.com/>

<http://www.airtechnology.com/>

[http://rgl.faa.gov/Regulatory\\_and\\_Guidance\\_Library/rgAD.nsf/Frameset?OpenPage](http://rgl.faa.gov/Regulatory_and_Guidance_Library/rgAD.nsf/Frameset?OpenPage)