



## Trabajo Fin de Grado

# GESTIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN EN LAS UNIDADES DE MANTENIMIENTO DE FAMET

Autor

C.A.C D. Daniel Ortiz Sánchez

Directores

Director académico: Doctor D. Ángel Sanz Felipe

Director militar: Teniente Coronel D. Ernesto Vera Vicente

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar  
2021-2021





## Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi director académico, D. Ángel Sanz por el interés en sacar este trabajo adelante y por la ayuda que me brindó al ser asignado como mi tutor.

En segundo lugar, agradecer a todos aquellos que hicieron posible la realización de este trabajo, aportando valiosos consejos, experiencia e información. Durante mi estancia en el Ala 78 del Ejército del Aire, comencé a encaminar este trabajo gracias a los consejos e información que me aportó el personal del Grupo de Mantenimiento. Posteriormente, con la incorporación a la Academia de Aviación del Ejército de Tierra, pude conocer al personal especialista indicado que me ofreció los fundamentos teóricos y sus experiencias personales necesarias para seguir desarrollando la idea de trabajo. Todo esto, mientras tanto, los instructores de la Academia me motivaron a seguir trabajando hasta alcanzar el objetivo.

Por último, y no por ello menos importante, agradecer a mi pareja. Por la paciencia que ha tenido durante todo este tiempo en el que hemos tenido que dejar de hacer muchas actividades juntos por mi constante trabajo.



## RESUMEN

El presente trabajo se centra en el personal de taller de las Unidades Técnicas de Mantenimiento (UTM) de la Aviación del Ejército de Tierra (AVIET). Estas unidades se encuentran en un proceso de actualización a consecuencia de diferentes necesidades como la interoperabilidad con otros ejércitos, la estandarización normativa en el mantenimiento de aeronaves militares a nivel europeo y la modernización de los medios aéreos. La implantación de la normativa PERAM (Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militar), entre otras causas, presenta un importante reto de cara al cumplimiento de ciertos requisitos a nivel europeo en los años venideros. Por estas razones, este trabajo pretende analizar diferentes alternativas de organigrama de trabajo para el personal de las secciones de producción pertenecientes a las unidades de mantenimiento de las Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (FAMET), pudiendo ser extensivo a las UTM de la AVIET.

Dado que gran parte de estos cambios y adaptaciones recaen sobre el personal que realiza las tareas de mantenimiento, en un primer análisis de la situación se determina la necesidad de realizar reestructuraciones en la organización funcional del personal de taller, de modo que se facilite tanto la estandarización de nuevos procedimientos en el mantenimiento como el cumplimiento de los requisitos exigidos, todo esto sin que la operatividad de la propia unidad se vea afectada drásticamente. Para profundizar en estos problemas, se ha realizado un análisis recurriendo a la documentación disponible, así como a encuestas y entrevistas con personal experto para determinar cuáles son las necesidades actuales y futuras derivadas de los cambios operativos, normativos y tecnológicos que se van a llevar a cabo. Como resultado de este análisis, se derivan unas alternativas de organización del personal de taller mantenimiento viables a implantar.

Las alternativas contempladas en esta investigación como posible solución a los puntos débiles detectados en la investigación son la organización por equipos, la organización por cometidos, y la organización según necesidades. Para evaluarlas, se determinan y estudian los criterios oportunos en los que se basará la posterior elección de la alternativa óptima. Dichos criterios son la seguridad, la eficiencia, la organización y la implementación. La elección de la mejor alternativa se realiza utilizando el método matemático conocido como Proceso Analítico Jerárquico. Este método de apoyo a la decisión jerarquiza las alternativas propuestas, en base a los criterios previamente determinados y a la opinión de expertos en la materia, obteniendo de esta manera la solución óptima. El resultado obtenido en este proceso revela que la organización por equipos de trabajo sería la mejor alternativa para solucionar los problemas y necesidades detectados en las unidades de mantenimiento. Sin embargo, existen virtudes y vulnerabilidades de esta y el resto de las alternativas de organigrama que deben ser tenidas en cuenta para posibles aplicaciones en el futuro.

### **Palabras clave**

Unidades de la AVIET, actualización de las UTM, organigrama de trabajo, normativa PERAM.



## ABSTRACT

This paper focuses on the workshop personnel of the Technical Maintenance Units (UTM) of the Aviation Spanish Army (AVIET). These units are in an update process as a consequence of different current needs such as the interoperability with other armies, the standardization of regulations in the military aircraft maintenance at the European level, and the air resources modernization. The implantation of the PERAM normative (Spanish Publication of Military Airworthiness Requirements), among other causes, represents a major challenge to be faced for meeting certain requirements at the European level in the years to come. For these reasons, this work aims to analyze different organization charts of the production sections personnel which belongs to the maintenance units of the Airmobile Forces of the Army (FAMET), mainly focused on the UTM of AVIET.

Since much of these changes and adjustments falls on the personnel who carry out maintenance tasks, an initial analysis of the situation determines the need to restructuring the functional organization of workshop personnel to facilitate both the standardization of new maintenance procedures and the achievement of the demanded requirements, all without drastically affecting the operability of the unit itself. In order to delve into these issues, a more in-depth analysis has been done by means of studying the available documentation, as well as surveys and interviews with expert personnel to determine the current and future needs derived from the operational, regulatory, and technological changes that are going to be carried out. As a result of this analysis, some viable and recommendable alternatives are find out for the organization of maintenance workshop personnel to be implemented.

The alternatives considered in this research as a possible solution to overcome the weak points detected in this study are organization by working groups, organization by role, and organization according to needs. In order to evaluate them, the appropriate criteria on which the subsequent choice of an alternative will be based are determined and analyzed. These criteria are safety, efficiency, organization, and implementation. The choice of the best alternative is done by means of the well known Hierarchical Analytical Process. This mathematical support method ranks the proposed alternatives based on previously determined criteria and the opinion of experts in the field, thus obtaining the most optimal solution. The result obtained in the development of this method shows up that the organization by working groups would be the best alternative in order to solve the problems and needs detected in the maintenance units. However, there are some strengths and vulnerabilities of this and the rest of alternatives that must be taken into account for possible future applications.

### **Keywords**

AVIET units, update of the UTMs, working organization chart, PERAM normative.



## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>III</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN .....	2
1.1.1 Organización y Funcionamiento del Mantenimiento en la AVIET .....	3
1.1.2 Evolución y situación actual de las UTM .....	5
1.2 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO .....	6
1.3 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4 ESTRUCTURA DEL TRABAJO.....	8
<b>2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....</b>	<b>9</b>
2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE.....	9
2.2 METODOLOGÍA .....	9
<b>3. DESARROLLO .....</b>	<b>12</b>
3.1 ENCUESTA Nº 1.....	12
3.1.1 Justificación y diseño de la encuesta.....	12
3.1.2 Resultados de la encuesta nº1 .....	13
3.2 SELECCIÓN DE CRITERIOS Y SUBCRITERIOS.....	15
3.3 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	18
3.4 ENCUESTA Nº 2.....	20
<b>4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
4.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO AHP.....	21
4.1.1 Representación del problema en una estructura jerárquica .....	21
4.1.2 Valoración de las alternativas .....	21
4.1.3 Valoración de los criterios y subcriterios.....	26
4.1.4 Priorización de alternativas .....	26
4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO III.....</b>	<b>41</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la estructura de la AVIET (Página web del ET) .....	2
Figura 2. Esquema de la orgánica de la UTM (elaboración propia) .....	4
Figura 3. Estructura jerárquica AHP (elaboración propia) .....	22

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala fundamental de comparación (Saaty, 1980). ....	21
Tabla 2. Correspondencia de los intervalos obtenidos con los valores de la escala Saaty. ....	23
Tabla 3. Valoración de alternativas en función del subcriterio Detección de errores. ....	23
Tabla 4. Ratio máximo de inconsistencia según dimensión de la matriz de comparación (Saaty, 1980).....	25
Tabla 5. Índice aleatorio de consistencia según dimensión de una matriz de comparación cualquiera (Saaty, 1980). ....	25
Tabla 6. Valoración de subcriterios de Seguridad. ....	26
Tabla 7. Valoración de criterios.....	26
Tabla 8. Ponderaciones finales (elaboración propia).....	27



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAD	<i>Autoridad de la Aeronavegabilidad de la Defensa</i>
ACAVIET	<i>Academia de Aviación de Ejército de Tierra</i>
ACLOG	<i>Academia de Logística</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AVIET	<i>Aviación de Ejército de Tierra</i>
BCG	<i>Batallón del Cuartel General</i>
BHELA	<i>Batallón de Helicópteros de Ataque</i>
BHELEME	<i>Batallón de Helicópteros de Emergencia</i>
BHELMA	<i>Batallón de Helicópteros de Maniobra</i>
BHELTRA	<i>Batallón de Helicópteros de Transporte</i>
BTFAMET	<i>Batallón de Transmisiones de FAMET</i>
CAM	<i>Carta de Atribuciones de Mantenimiento</i>
DGAM	<i>Dirección General de Armamento y Material</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EDA	<i>European Defense Agency</i>
EMAR	<i>European Military Airworthiness Requirements</i>
ET	<i>Ejército de Tierra</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAMET	<i>Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra</i>
FAS	<i>Fuerzas Armadas</i>
JEMALE	<i>Jefe del Mando de Apoyo Logístico del Ejército</i>
GLFAMET	<i>Grupo Logístico de FAMET</i>
HA	<i>Helicóptero de Ataque</i>
HE	<i>Helicóptero de Enseñanza</i>
HT	<i>Helicóptero de Transporte</i>
HU	<i>Helicóptero Utilitario</i>
JEME	<i>Jefe de Estado Mayor del Ejército</i>
LMAM	<i>Licencia de Mantenimiento de Aeronaves Militares</i>
MACANA	<i>Mando de Canarias</i>
MADOC	<i>Mando, Adiestramiento y Doctrina</i>



Daniel Ortiz Sánchez

<i>MALE</i>	<i>Mando de Apoyo Logístico del Ejército</i>
<i>MAWA</i>	<i>Military Airworthiness Authorities</i>
<i>MDE</i>	<i>Ministerio de Defensa</i>
<i>OACI</i>	<i>Organización de Aviación Civil Internacional</i>
<i>PCMHEL</i>	<i>Parque y Centro de Mantenimiento de Helicópteros</i>
<i>PERAM</i>	<i>Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militar</i>
<i>RPAS</i>	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
<i>SINCA</i>	<i>Sección de Ingeniería y Calidad</i>
<i>SUMANTO</i>	<i>Subsistema de Mantenimiento</i>
<i>UCO</i>	<i>Unidad, Centro u Organismo</i>
<i>UME</i>	<i>Unidad Militar de Emergencias</i>
<i>UTM</i>	<i>Unidad Técnica de Mantenimiento</i>



# 1. INTRODUCCIÓN

La industria del transporte aéreo desempeña un papel muy importante en la actividad económica mundial, pero no fue hasta su regularización en el Convenio de Chicago de 1944 cuando recibió el gran impulso que necesitaba. Tal convenio pretendía sentar las bases para normalizar la aviación internacional, dejándolo de manifiesto ya en su preámbulo, el cuál reza (OACI, 2006 pp. 1): *Considerando que el desarrollo futuro de la aviación civil internacional puede contribuir poderosamente a crear y a preservar la amistad y el entendimiento de las naciones [...]. Los Gobiernos suscriben ciertos principios y arreglos, a fin de que la aviación internacional pueda desarrollarse de manera segura y económica.”.*

La creación de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en 1947 sentó las bases para el progreso en la seguridad operacional de la aviación, gracias a la estandarización y coordinación en aspectos técnicos a nivel internacional y, principalmente, al estudio e investigación del factor humano en toda su cadena de actuación. Según las directrices sobre los factores humanos en el mantenimiento de aeronaves (OACI, 2003, p. xvii):

*“Los errores de mantenimiento no son propios de la persona, aun cuando es eso lo que el concepto convencional sobre seguridad querría hacer creer a la industria de la aviación. Los errores de mantenimiento están principalmente latentes dentro de los factores laborales o de situación en un contexto determinado y surgen como consecuencia de compromisos mal gestionados entre los objetivos de producción y de seguridad.”*

Además, en las reuniones de la Comisión de Aeronavegación y la Industria Civil se determinó la necesidad de contar con un plan más amplio que sirviera de marco de referencia común para todas las partes interesadas. Dicho plan ponía de manifiesto las iniciativas para una coordinación de un proceso de planificación mundial, con vistas a ofrecer un marco común normativo en la sostenibilidad del medio ambiente y la aeronavegabilidad<sup>1</sup> (OACI, 2007).

Paralelamente, en 2003 se creó la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) con la función de unificar los estándares comunes de aeronavegabilidad civil en los Estados miembros de la Unión Europea. Sin embargo, en el ámbito de las Fuerzas Armadas, no existía un marco común entre los Estados miembros de la Unión Europea que regulara muchos de los aspectos de la aeronavegabilidad. Cada país miembro gestionaba la aeronavegabilidad de sus aeronaves militares sin basarse en los criterios de interoperabilidad que sí se estaban implantando en las operaciones militares conjunto-combinadas de los distintos ejércitos en misiones internacionales. Debido a esto, empezaron a surgir retrasos y se fueron incrementando los costes en los programas aeronáuticos militares europeos, por ejemplo, el helicóptero de ataque HA-28 “Tigre”<sup>2</sup> o el avión A400M<sup>3</sup>.

En 2008 el Consejo Directivo de Ministros de la Agencia de Defensa Europea (EDA) creó el Foro de Autoridades Militares de Aeronavegabilidad Militar (MAWA) con el objetivo de supervisar el desarrollo de los Requisitos Europeos de Aeronavegabilidad Militares (EMAR). El cumplimiento de estos requisitos, además del reconocimiento mutuo entre las autoridades de

<sup>1</sup> La aeronavegabilidad es una medida de la capacidad que tiene una aeronave para operar en condiciones seguras. Esta capacidad se encuentra reflejada en el certificado de aeronavegabilidad otorgado por la autoridad de aviación competente de cada país.

<sup>2</sup> Disponible en: [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-02-22/tigre-helicoptero-ejercito-espana-had-apache-255\\_2464963/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-02-22/tigre-helicoptero-ejercito-espana-had-apache-255_2464963/)

<sup>3</sup> Disponible en: [https://elpais.com/economia/2016/06/05/actualidad/1465113853\\_166483.html](https://elpais.com/economia/2016/06/05/actualidad/1465113853_166483.html)



aeronavegabilidad de los Estados, permitiría beneficios importantes como la disminución de costes, economía de medios y, concretamente, la implantación de un enfoque común en el mantenimiento de la aeronavegabilidad de aeronaves militares (Ministerio de Defensa, 2017).

## 1.1 CONTEXTUALIZACIÓN

En España, las normas EMAR no se traspusieron al ordenamiento jurídico hasta 2015, mediante las Publicaciones Españolas de Requisitos de Aeronavegabilidad Militar (PERAM). Aunque en un primer momento no fueron de obligado cumplimiento, con la Directiva 04/17 del Jefe de Estado Mayor del Ejército de Tierra (JEME), se decide iniciar su implantación en la Aviación del Ejército de Tierra (AVIET), con el objetivo de obtener la certificación externa por parte de la Dirección General de Armamento y Material (DGAM)<sup>4</sup> (González, 2020).

Las Unidades que conforman la AVIET son cuatro principalmente:

- Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra (FAMET).
- Academia de Aviación del Ejército de Tierra (ACAVIET).
- Parque y Centro de Mantenimiento de Helicópteros (PCMHEL).
- Batallón de Helicópteros de Maniobra VI (BHELMA VI).

Estas unidades, aunque no pertenecen a la misma cadena orgánica, sí que dependen funcionalmente, como se muestra en la Figura 1. Las FAMET la conforman a su vez un conjunto de unidades de combate, apoyo al combate y apoyo logístico al combate, de entidad batallón, cuyos medios principales son los helicópteros.

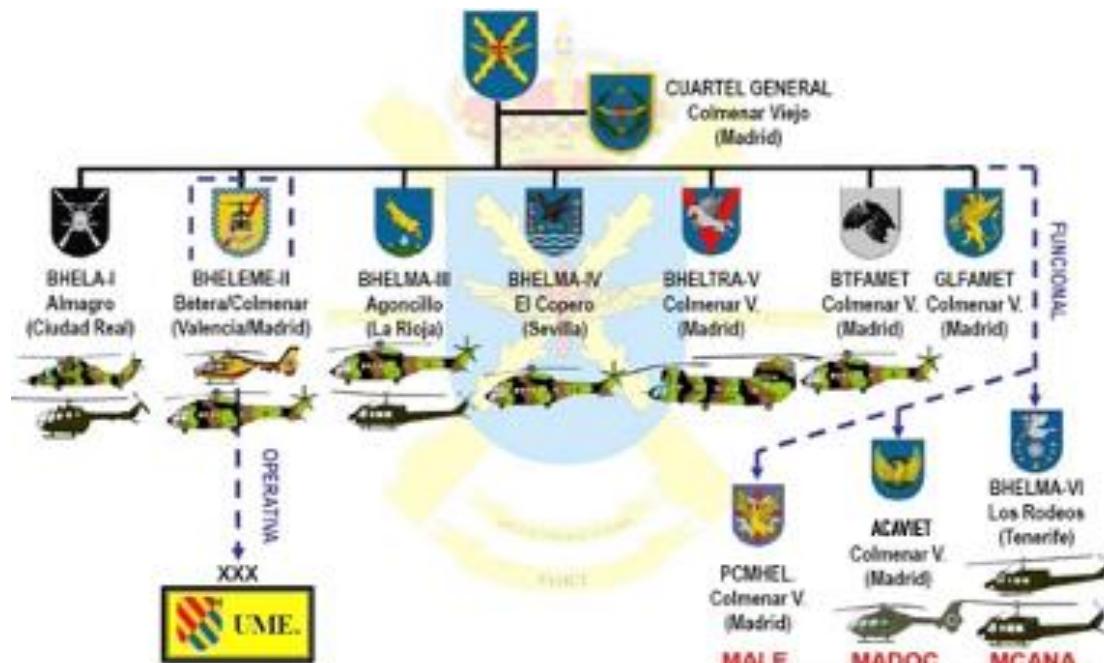


Figura 1. Esquema de la estructura de la AVIET (Página web del ET)

<sup>4</sup> La DGAM es el órgano directivo al que corresponde la planificación, desarrollo, supervisión y desarrollo de la política de armamento y material del Ministerio de Defensa.



Una de las finalidades principales de todos los Batallones de Helicópteros del Ejército de Tierra (ET), es llevar a cabo acciones desde el espacio aéreo próximo al suelo, y a su vez aumentar la capacidad operativa de las unidades terrestres (Mando de Adiestramiento y Doctrina, 2012). La misión de la ACAVIET es la de formar a los pilotos y los especialistas en aeronaves que nutrirán los Batallones de Helicópteros. Para llevar a cabo todas las misiones anteriormente nombradas, las Unidades de Helicópteros cuentan con los medios logísticos necesarios para realizar el mantenimiento y reparar (hasta cierto nivel) sus helicópteros orgánicos. Los defectos o revisiones que exceden la capacidad de sus órganos de mantenimiento son enviados al PCMHEL, que es la unidad encargada de gestionar el mantenimiento de todas las Unidades de Helicópteros. El alto grado de mantenimiento que requieren los helicópteros hace que la función logística de Mantenimiento adquiera un papel fundamental en el correcto funcionamiento de la AVIET (ACAVIET, 2008).

Por otro lado, las Unidades de Helicópteros están dotadas con diferentes helicópteros para ejecutar sus misiones específicas. Los Batallones de Helicópteros de Maniobra (BHELMA) cuentan con el NH90 denominación militar (HT-29), Cougar (HT-27) y Súper Puma (HU-21). El Batallón de Helicópteros de Ataque I (BHELA I) con el Tigre (HA-28). El Batallón de Helicópteros de Transporte (BHELTRA V) con el Chinook (HT-17). El Batallón de Helicópteros de Emergencia II (BHELEME II)<sup>5</sup> con el HU-21 y el EC-135 (HU-26). El Batallón del Cuartel General (BCG), integrado entre otros por el Batallón de Transmisiones (BT), con el Cougar y la ACAVIET con el EC-135 (HE-26). Todos estos helicópteros y su batallón se esquematizan en la Figura 1.

### 1.1.1 Organización y Funcionamiento del Mantenimiento en la AVIET

El Subsistema de Mantenimiento (SUMANTO) del Ejército de Tierra es el instrumento mediante el cual el Jefe del Mando de Apoyo Logístico del Ejército (JEMALE) dirige el conjunto de capacidades, actividades y métodos logísticos necesarios para reparar, revisar, evacuar y recuperar el material en el ET. Para esta compleja tarea, se establece una red de apoyo constituida por todas las Unidades, Centros u Organismos (UCO) con responsabilidad de apoyo logístico, en este caso el mantenimiento, con independencia de su localización. Debido a la configuración de esta red de apoyo, las tareas a realizar están escalonadas según su grado de complejidad técnica y el órgano que las ejecuta (CUD-Logística de la Defensa, 2019).

En las Unidades de Helicópteros del ET, la configuración de esta red de apoyo en el mantenimiento viene a ser algo más reducida en comparación a la que hay con otros medios, debido principalmente a la racionalización de los costosos recursos que se utilizan. Debido a esto, la configuración de las tareas de mayor complejidad técnica las realiza generalmente el fabricante. Las tareas con un grado de complejidad inferior a las anteriores las realiza el PCMHEL, y en el escalón más bajo están las Unidades Técnicas de Mantenimiento (UTM) orgánicas de cada Unidad de Helicópteros. Las UTM realizan las tareas de mantenimiento diario y periódico, y las reparaciones para las que están capacitadas, de manera que las Unidades de Helicópteros puedan seguir con su plan de instrucción.

El PCMHEL es el órgano superior encargado de realizar y gestionar la función logística de Mantenimiento y Abastecimiento de los helicópteros, y su material auxiliar en las Unidades de Helicópteros del ET. Las tareas que realizan se enfocan al mantenimiento integral<sup>6</sup> y reparación

<sup>5</sup> El BHELEME II combina las capacidades de los BHELMA con las labores que lleva a cabo junto a la Unidad Militar de Emergencias (UME), en los supuestos de grave riesgo o catástrofe en cualquier lugar del territorio nacional. Este Batallón tiene una dependencia operativa de la UME.

<sup>6</sup> El mantenimiento integral engloba la realización de mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y de carácter técnico y legal de los materiales o sistemas de armas.



general de conjuntos de los helicópteros de nivel superior al estipulado para las UTM. Además, se encarga del abastecimiento de repuestos y herramientas y del sistema de control de la calidad de todas las UTM, marcándoles las competencias en el mantenimiento de sus helicópteros orgánicos mediante la Carta de Atribuciones de Mantenimiento (CAM).

Las UTM por su parte son las encargadas de realizar el mantenimiento de sus helicópteros orgánicos siguiendo las directrices de la CAM. Su responsabilidad es asegurar que el material asignado esté en condiciones de uso, opere con seguridad y se encuentre configurado en tiempo y lugar de acuerdo con los cometidos específicos de cada unidad. Para la realización de estos cometidos cuentan con el personal especializado y los medios proporcionados a las cargas de trabajo esperadas. De manera general las UTM se articulan tal y como se esquematiza en la Figura 2, quedando divididas en (ACAVIET, 2008):

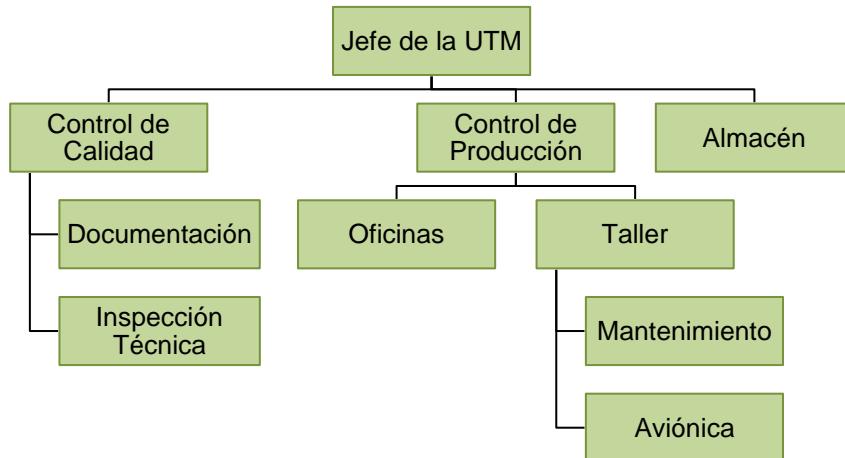


Figura 2. Esquema de la orgánica de la UTM (elaboración propia)

- Jefe de Mantenimiento: es el responsable de la organización, funcionamiento e instrucción de la UTM. Además, asesora al jefe de su unidad inmediatamente superior en todas las cuestiones relacionadas al mantenimiento.
- Control de Calidad: se encarga de elaborar las órdenes de trabajos, las inspecciones de estos trabajos y el asesoramiento en el mantenimiento, comprobando que es acorde a la normativa y a las publicaciones técnicas. Aquí se encuentran encuadrados:
  - Los Ingenieros Politécnicos: gestionan los temas técnicos, de normativa y documentación de las UTM.
  - Los inspectores Técnicos: especialistas con amplia experiencia que han adquirido una capacitación para realizar las inspecciones de los trabajos realizados en taller.
- Control de Producción: se encarga de administrar y ejecutar los trabajos de mantenimiento a los helicópteros por medio de las órdenes de trabajo. En esta sección se encuentran encuadrados la mayoría de los especialistas en Mantenimiento de Aeronaves y los especialistas en Aviónica<sup>7</sup>. Se divide en:
  - Personal de oficinas: realizan tareas administrativas.
  - Personal de taller de mantenimiento y aviónica: los trabajos que realizan los

<sup>7</sup> Aviónica: neologismo surgido de la contracción de las palabras inglesas *aviation* y *electronics* (*avionics*). Su uso está ampliamente generalizado en la industria aeronáutica para designar todos los elementos, sistemas y subsistemas de una aeronave basados en la electrónica.



especialistas en Mantenimiento se dividen a grandes rasgos en dos grupos: los de mantenimiento en base y los de línea de vuelo. Los trabajos de base son las revisiones, reparaciones, desmontajes de conjuntos, etc. Mientras que los de línea de vuelo son los trabajos encaminados a la realización de vuelos de instrucción como revisiones pre y post vuelo, repostajes, asistencia en arranques y otros cometidos que se realizan en vuelo. Los especialistas en Aviación realizan pruebas, revisiones o reparaciones de los equipos electrónicos de la aeronave.

- Almacén: realiza la función de abastecimiento, gestionando los repuestos, material, herramientas y consumibles necesarios para acometer las tareas de mantenimiento.

### 1.1.2 Evolución y situación actual de las UTM

Las UTM de las Unidades de Helicópteros se encuentran inmersas en pleno proceso de actualización debido principalmente a tres factores que están relacionados entre sí. El primer factor, la búsqueda de la interoperabilidad con los ejércitos aliados. El segundo, la implantación de la normativa PERAM y el tercero, la modernización de los medios aéreos.

Hoy en día se conciben muy pocas operaciones sin la participación de helicópteros, no solo en apoyo a operaciones sino también de forma autónoma. La evolución del helicóptero ha pasado de ser un mero apoyo al transporte de personal o de medios logísticos, a constituir un elemento cuya versatilidad, agilidad, flexibilidad y maniobrabilidad le han convertido en imprescindible y decisivo en la maniobra aeroterrrestre. Estas circunstancias han llevado a un aumento exponencial de las capacidades operativas de los Batallones de Helicópteros del ET, debido a la progresiva integración con otros ejércitos nacionales e internacionales como, por ejemplo, con los buques de la Armada española, los barcos de mando y proyección de la Marina francesa y, en general, la mayor cooperación con las fuerzas armadas de nuestro entorno, que ha puesto de manifiesto la necesidad de contar con nuevas técnicas, tácticas y procedimientos que sean comunes, no solo en el ámbito operativo, sino también en el logístico. Es por ello por lo que la tendencia en el ámbito logístico está dirigida a tener flotas de helicópteros comunes para poder ofrecer más capacidades y posibilidades en el mantenimiento. Todos estos cambios constituirán un reto tecnológico y humano muy complejo, el cual necesitará de un gran esfuerzo por parte de la AVIET para asegurar que el mantenimiento pueda efectuarse de manera adecuada, continuada y eficiente. (Fuentes de la Orden, 2019).

Conectada con la idea de interoperabilidad y sobre todo la del aumento de la seguridad en las operaciones, se decide la implantación de la normativa PERAM en la AVIET para lograr unos estándares de calidad comunes a nivel europeo. Estas normas pretenden regular en diferentes aspectos tanto el funcionamiento y organización de las UTM y el PCMHEL, como el de los centros docentes del ET donde se imparte la enseñanza a los especialistas en aeronaves. Las normas que principalmente afectan en este sentido son las PERAM 66, 145 y 147:

- En la PERAM 66 se fijan unos requisitos formativos y de experiencia para el personal involucrado en tareas de mantenimiento. A consecuencia de esto, define la Licencia de Mantenimiento de Aeronaves Militares (LMAM)<sup>8</sup>, siendo el objetivo de esta norma que todo

<sup>8</sup> Existen cuatro categorías de licencias para helicópteros de turbina: A, B1, B2 y C. La categoría A, permite a su titular realizar trabajos secundarios de mantenimiento programado y rectificaciones de defectos sencillos. La categoría B1, permite a su titular emitir certificados de aptitud para el servicio y actuar en trabajos de mantenimiento ejecutados en la estructura, el grupo motopropulsor y sistemas mecánicos y eléctricos de la aeronave. Esta categoría incluye la categoría A. La categoría B2 permite a su titular emitir certificados de aptitud para el servicio y actuar en trabajos de mantenimiento de sistemas eléctricos y aviónica. Esta licencia no incluye la categoría A. La categoría C permitirá a su titular emitir certificados de aptitud para el servicio de aeronaves en su totalidad después de trabajos de mantenimiento.



especialista en aeronaves (aviónicos y mecánicos) la obtengan para poder ejercer sus funciones.

- La PERAM 145 recoge los requisitos que debe cumplir una organización para ser considerada apta para el mantenimiento de aeronaves. Entre dichos requisitos se encuentran los dedicados a las instalaciones, equipos, material, personal y principalmente la organización y los procedimientos en el mantenimiento de helicópteros. El objetivo de esta norma es que el PCMHEL se convierta en una organización de mantenimiento con las UTM de las Unidades como centros satélites. Debido a esto, las últimas restructuraciones en la cadena orgánica del PCMHEL van encaminadas a la descentralización de su localización, habilitando destacamentos con el personal y material necesario en las localizaciones de algunos Batallones de Helicópteros. Además, esta medida también tiene la finalidad de mejorar el aprovechamiento de los recursos, disminuir los costes y el tiempo en el mantenimiento.
- La PERAM 147 recoge los requisitos que deben cumplir los Centros Docentes Militares para que los futuros especialistas en aeronaves salgan con la formación necesaria que exige la norma y, por consiguiente, la obtención de la correspondiente licencia según el nivel de formación de los especialistas (suboficiales o tropa). Hoy en día existen dos centros donde se imparte esta enseñanza: la Academia de Logística (ACLOG)<sup>9</sup> y la ACAVIET<sup>10</sup>.

La evolución técnica experimentada por los helicópteros no tiene precedente, como mucho podría compararse con el cambio de motor de pistón por el de turbina. Si bien los principios básicos de la aerodinámica no han cambiado, sí lo ha hecho la complejidad técnica de las aeronaves de la mano de la digitalización. Esta modernización de los medios aéreos ha conllevado la sustitución de sistemas puramente mecánicos a sistemas totalmente electrónicos. Las últimas adquisiciones de la AVIET, como el helicóptero NH90, el cual se pretende que reemplace la flota de helicópteros Cougar o Super Puma de los BHELMA, o la esperada versión foxtrot del Chinook<sup>11</sup>, son un claro ejemplo de este cambio. Estos nuevos sistemas de aeronaves son un importante cambio para los especialistas en Mantenimiento de Aeronaves, formados y acostumbrados a manejar sistemas mecánicos. Los grandes cambios que se están llevando a cabo en poco tiempo hacen que tanto las UTM como su personal de mantenimiento se tengan que actualizar de una forma acelerada.

## 1.2 ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

Hasta la fecha, la bibliografía que analiza de alguna manera el futuro próximo del personal especialista de las unidades de mantenimiento de helicópteros se extiende al ámbito de las Fuerzas Armadas. Estos trabajos generalmente van encaminados a un análisis de la implantación de la normativa PERAM: problemas encontrados a corto plazo, sugerencias de

<sup>9</sup> La ACLOG: imparte la formación básica de todos los especialistas de las escalas de suboficiales y tropa del ET. En el caso de los suboficiales especialistas en Mantenimiento de Aeronaves, cursan un técnico superior en Mantenimiento Aeromecánico y los especialistas en Electrónica y Telecomunicaciones (aviónicos) realizan un técnico superior en Mantenimiento Electrónico. Por su parte, la tropa especialista hace un curso en la especialidad correspondiente (aeronaves o electrónica) que hoy en día no llega a ser un grado medio.

<sup>10</sup> La ACAVIET: imparte la formación complementaria de los especialistas destinados en las Unidades de Helicópteros. Los especialistas en Mantenimiento de Aeronaves realizan el curso del modelo de helicóptero en el que van a desarrollar sus funciones, al igual que los especialistas en Electrónica y Telecomunicaciones. Estos últimos al finalizar este curso adquieren la denominación de aviónicos.

<sup>11</sup> Disponible en: <https://www.larazon.es/espana/20201013/r22b6rlv2ve5vfbmiz4crb7di.html>



solución y posibles líneas de investigación futura.

En un análisis realizado para la Base Aérea de Helicópteros de Armilla del Ejército del Aire (Navarro de Castro, 2016) se recoge que el primer gran problema que se encuentra es el de dotar de las LMAM al personal que está en activo, ya que sin cumplir este requisito tampoco se puede conseguir la certificación como organización de mantenimiento aprobada por PERAM 145. La solución que se sugirió en este caso fue la de realizar un reconocimiento de la formación ya cursada junto con la experiencia, puesto que realizar cursos completos para la obtención de las LMAM sería una opción muy demandante para el personal militar en activo, el cual también debería seguir realizando su trabajo diario. Además del gran gasto que conllevaría la formación completa de todo el personal.

En la misma línea que el anterior trabajo, pero en un análisis de las Unidades de Helicópteros del ET (López, 2020), se afirma que la solución planteada consiste primero en llevar a cabo las certificaciones de los centros docentes militares que imparten formación a los especialistas, ACAVIET y ACLOG, y posteriormente solicitar la convalidación y reconocimiento de la formación realizada y la experiencia del personal de mantenimiento en activo para la obtención de las LMAM. De esta manera, este personal no tendría que realizar una nueva formación completa en un centro certificado, solo tendría que realizar cursos complementarios, los llamados cursos Delta. La realización de estos cursos es el aspecto que el autor considera menos atractivo, ya que el personal de mantenimiento tendría que realizarlos a distancia y de forma voluntaria en su tiempo libre, sin ningún reconocimiento ni incentivo más allá de la satisfacción profesional. Además, la realización de estos cursos tampoco asegura la obtención de la correspondiente LMAM ya que el proceso de convalidación no está aún aprobado por la Autoridad de Aeronavegabilidad de la Defensa (AAD)<sup>12</sup>. Las posibles soluciones aportadas van desde la contratación de personal civil y el aprovechamiento de especialistas que, en ambos casos, han realizado formación básica o complementaria respectivamente, en centros de AIRBUS ya certificados para la obtención de licencias civiles.

En cuanto al reto que supone la interoperabilidad con los ejércitos del entorno próximo, solo se ha podido encontrar bibliografía acerca de necesidades meramente operativas de las Unidades de Helicópteros, sin hacer referencia a las necesidades de las unidades de mantenimiento en apoyo a dichas operaciones. Como ejemplo más destacable esto mismo es el *Allied Tactical Publication 49* (ATP 49). Esta publicación es una guía de referencia de principios y procedimientos para todas las organizaciones tácticas de helicópteros con el objetivo de mejorar la interoperabilidad entre las unidades de helicópteros pertenecientes a la OTAN en apoyo a operaciones terrestres. Analizando este documento, uno mismo termina desembocando en la idoneidad de ampliar la estandarización a otros aspectos como el mantenimiento de las aeronaves si se quiere conseguir una completa interoperabilidad y otros beneficios como la reducción de costes logísticos.

Por otro lado, tampoco hay gran referencia a cómo es el plan de formación del personal especialista para capacitarlos a las modernas flotas de helicópteros. Los pocos esbozos que se pueden encontrar en el trasfondo de algunos documentos destacan la necesidad de realizar una formación continua al personal con vistas a garantizar la estabilidad y continuidad de las operaciones militares.

### 1.3 NECESIDAD Y JUSTIFICACIÓN

<sup>12</sup> La Autoridad de la Aeronavegabilidad de la Defensa en España recae sobre DGAM.



Como se ha podido observar en los análisis anteriores, a corto plazo habrá una evidente necesidad de actualización de las Unidades de Mantenimiento de la AVIET. Estas necesidades recaerán sobre todo en los especialistas que deberán adaptarse en el menor tiempo posible a las nuevas necesidades normativas, de interoperabilidad con otros ejércitos y de modernización de flotas.

A pesar del tiempo transcurrido, los compromisos normativos adquiridos por el Ministerio de Defensa (MDE) con la EDA siguen sin ser de obligado cumplimiento para las Fuerzas Armadas (FAS), debido a que no se ha encontrado una solución satisfactoria para todas las partes. Por ello, en la actualidad las PERAM siguen en un periodo de implantación. Algunas de las necesidades que plantea esta implantación son la adaptación de las unidades de mantenimiento a una organización tipo que tenga un determinado sistema de calidad, que lleve un control de la productividad y de las horas de trabajo del personal, que tenga un sistema de formación continuada y un sistema de prevención de riesgos laborales, entre otros. En cuanto a las necesidades concretas que atañen al personal, como son la obtención de las Licencias de Mantenimiento, estas les requerirá un esfuerzo adicional por la previsible realización de cursos complementarios para cumplir todo el currículo que exige la normativa.

Por otro lado, las necesidades de interoperabilidad con otros ejércitos exigen de la misma manera que los organismos de mantenimiento modernicen sus procedimientos y sepan trabajar de forma conjunta. Como aún no se han dado pasos en este aspecto, se podría utilizar los métodos de trabajo y procedimientos que son usados en ejércitos con los que se coopera y, además, tienen flotas comunes a las propias o ya han completado su proceso de modernización de sus aeronaves. El poder usar como propia la experiencia de los ejércitos del entorno próximo ayudaría a acelerar el proceso con la mínima disminución de operatividad de las unidades.

Por todo lo anterior, este trabajo plantea un estudio sobre el organigrama de trabajo del personal de taller de la sección de Control de Producción, en donde están encuadrados los especialistas en Mantenimiento de Aeronaves y los especialistas en Aviónica que realizan las tareas de mantenimiento. La finalidad es analizar la situación desde todas las perspectivas posibles de cara a intentar alcanzar un organigrama óptimo, eficiente y propicio para conseguir o avanzar en las necesidades anteriormente expuestas.

## 1.4 ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El trabajo a continuación se organizará de la siguiente manera:

- Primero se van a describir los objetivos, generales y específicos, y la metodología planteada para el trabajo.
- Segundo, se expondrá el desarrollo y puesta en marcha de dicha metodología, así como la recopilación de información de interés que hayamos obtenido.
- Tercero, se presentará el análisis de esta información que conduce a los resultados generales y específicos del trabajo de investigación, así como de las propuestas que se concluyen de estos.
- Finalmente, se expondrán las conclusiones generales obtenidas.



## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

### 2.1 OBJETIVOS Y ALCANCE

La necesidad de actualización de las Unidades de Mantenimiento de la AVIET de cara a la estandarización de procedimientos, el cumplimiento de requisitos, la búsqueda de mayor eficiencia en el mantenimiento y la interoperabilidad con otros ejércitos tecnológica y proceduralmente presenta un gran reto en los años venideros. Por ello, este trabajo pretende examinar diferentes alternativas de organigrama funcional de trabajo para el personal de taller de mantenimiento. Mediante un análisis de la situación de las dificultades y requerimientos de las unidades a nivel de normativa, el objetivo general de este trabajo consiste en tratar de encontrar un organigrama de trabajo que mejore la eficiencia de las unidades de mantenimiento y a su vez facilite tanto la estandarización de procedimientos como el cumplimiento de los requisitos exigidos sin que disminuya la operatividad de la propia unidad.

Más en concreto, este estudio se centra en el personal de taller de la sección de Control de Producción. Este personal es el encargado de las reparaciones y revisiones que se realizan en los helicópteros. Algunas de las características que deben tener los organigramas para este personal analizado son que estén implementados ya por algún ejército aliado que tenga alguna flota en común. Además, deben ser compatibles, si es necesario, con las soluciones planteadas en los antecedentes, como lo son la contratación e integración de personal civil en las UTM y el aprovechamiento de los especialistas ya certificados por la vía civil, tanto para certificar trabajos de mantenimiento como para usarlos como personal instructor de los especialistas en las propias unidades. Este análisis puede servir de guía para las Unidades de Mantenimiento, pero de manera general, ya que hay unidades de la AVIET con peculiaridades que no se podrán tener en cuenta.

Como objetivos más específicos tenemos en primer lugar la recopilación de información para poder sentar las bases de la situación actual y las dificultades a estudiar, con las que iniciar el análisis de la situación y encaminar el trabajo hacia las posibles propuestas de mejor y futuros resultados. El segundo objetivo específico es poder determinar una serie de criterios y alternativas a partir de dicha información, para hacer una valoración completa de todas las dificultades y ventajas que podrían conllevar unas u otras propuestas de organización. Para acabar, un análisis objetivo de estos datos nos debería llevar al objetivo final que complete la investigación con unas posibles propuestas de organización que optimicen, mejoren o completen las deficiencias detectadas en el análisis de situación o en el propio trámite de la investigación.

### 2.2 METODOLOGÍA

Para poder abordar los objetivos propuestos en este trabajo, se han delimitado varias fases temporales y una combinación de metodología cualitativa y cuantitativa como exponemos a continuación.

#### 2.2.1 Obtención y cribado de la información de interés

En primer lugar, para la obtención de información, se analizará la normativa PERAM en lo relativo al personal de mantenimiento. Seguidamente, con el objetivo de obtener información actual y de primera mano, se realizarán cuestionarios a especialistas de las diferentes unidades



de mantenimiento de la AVIET. La finalidad de todo ello es contextualizar la situación de los especialistas y obtener una lista de criterios sobre los que se asentará el posterior análisis.

En segundo lugar, para la búsqueda de alternativas al organigrama de trabajo del personal de Control de Producción existente en las unidades de mantenimiento, se recurrirá, si es posible, a manuales de organización del mantenimiento aeronáutico militares de ejércitos del entorno próximo y a entrevistas y cuestionarios a personal con experiencia en ejercicios o misiones internacionales. Con esta nueva tanda de cuestionarios se espera tener toda la información necesaria para un análisis cuantitativo totalmente objetivo.

En resumen, se realizarán cronológicamente dos fases y modelos de encuesta: la primera fase servirá para la obtención y cribado de la información, bien de manuales como de valoraciones del personal en cuestión, para detectar las deficiencias y dificultades a subsanar, y que servirá para plantear la segunda fase correspondiente a la segunda encuesta, que pretende ir encaminada a obtener información objetiva sobre posibles alternativas de mejora que se estudiarán mediante el modelo cuantitativo que se explica a continuación.

### 2.2.2 Proceso Analítico Jerárquico

Una vez obtenida y ordenada la información, se usará la herramienta informática de Proceso Analítico Jerárquico, con la que, sobre la base de los criterios definidos previamente, se deducirá cuál de los organigramas alternativos propuestos es el óptimo.

A lo largo de la historia, la toma de decisiones en diferentes ámbitos se ha tenido que realizar con muy poca información, o bien teniendo que valorar diferentes aspectos cualitativos y cuantitativos difíciles de comparar entre sí. Para dar solución a este tipo de problemas, en la década de los años 70, el profesor Thomas L. Saaty (1926-2017) desarrolló el método conocido como Proceso Analítico Jerárquico (AHP). En un principio, esta poderosa herramienta fue desarrollada para el apoyo a la toma de decisiones en el Departamento de Estado de los Estados Unidos. Sin embargo, debido a la flexibilidad para ser adaptada a cualquier tipo de variables, con el paso de los años se empezó a aplicar habitualmente en muchos otros ámbitos como el empresarial, el económico o la investigación operativa, entre otros (Yepes, 2018).

El AHP es una metodología jerarquizada basada en la evaluación de diferentes criterios. La clave de este método está en usar la comparación por pares, puesto que el cerebro humano está debidamente diseñado para comparar dos alternativas entre sí, pero en menor medida cuando tiene que hacer comparaciones conjuntas con más opciones. Por esta razón, este método se usa cuando existe la necesidad de priorizar distintos criterios, desde simples decisiones personales hasta complejos escenarios en donde el objetivo final es la toma de decisiones. El método se articula en cuatro fases (Saaty, 1980):

- 1) Representación del problema planteado en una estructura jerárquica: para que el método sea eficaz, es fundamental seleccionar apropiadamente los criterios. Estos deben estar muy bien definidos, ser relevantes y mutuamente excluyentes.
- 2) Valoración de las alternativas en función de cada criterio: la valoración debe ser hecha por expertos en la materia a través de un cuestionario tipo. La media de cada uno de los resultados obtenidos se plasma en una matriz de comparación, con la cual hay que comprobar que los resultados obtenidos no sean contradictorios y la importancia relativa de cada alternativa en función de cada criterio.
- 3) Valoración de los criterios: al igual que en la etapa anterior, esta valoración la deben hacer los expertos a través de un cuestionario tipo, pero referido a la comparación entre los criterios. Posteriormente, se siguen los mismos pasos que en el apartado anterior.



---

Daniel Ortiz Sánchez

- 4) Priorización de alternativas: la última etapa consiste en la obtención de la matriz de decisión, en la cual resultan las alternativas ponderadas en base a la totalidad de los criterios. La alternativa que mejor ponderación obtenga es la mejor alternativa para lograr el objetivo.

Estas fases del método matemático se explicarán más detalladamente en la sección 4.1.



## 3. DESARROLLO

En este punto se describe el desarrollo de la investigación llevada a cabo según la planificación de objetivos específicos mencionada antes. Siguiendo el orden de las fases de desarrollo propuestas para esta investigación, primero se explicará detalladamente lo que se pretende conseguir con la encuesta Nº 1, así como los resultados obtenidos. Segundo, con esta información y la ya recopilada previamente, se determinarán los criterios y subcriterios necesarios para aplicar el AHP. Tercero, se expondrán las alternativas de solución elegidas y finalmente, se explicará brevemente la encuesta Nº 2.

### 3.1 ENCUESTA Nº 1

#### 3.1.1 Justificación y diseño de la encuesta

La encuesta es la búsqueda sistemática de información, mediante un cuestionario previamente diseñado, en la que el investigador pregunta a personal experto en la materia sobre la información que desea obtener para posteriormente, reunirla, evaluarla y finalmente obtener datos agregados (Visauta, 1989). Acorde a esta definición, la primera encuesta que se va a realizar pretende conocer de forma ordenada y desde diferentes puntos de vista la situación actual en diferentes facetas de las UTM. Por esta razón, las preguntas van dirigidas tanto a los especialistas encuadrados en la sección de Control de Producción, que son los encargados de realizar el trabajo diario, como a personal de la sección de Control de Calidad.

La encuesta diseñada se muestra en el Anexo I. El formato consiste en preguntas multiopción y respuesta única, de manera que se evita desviar la atención hacia otros temas que no son relevantes en la investigación. A continuación, se pide justificar brevemente la respuesta realizada para obtener la verdadera información concluyente. El espaciado mostrado en el Anexo I ha sido reducido para compactar el formulario, y no corresponde al espaciado real permitido a los encuestados para completar la respuesta. En cualquier caso, se opta por un espacio de respuesta suficiente pero pequeño para obtener una respuesta más directa y clara sobre la información que pretendemos obtener. Se ha optado por que la encuesta sea anónima, solo se pide saber los años de experiencia y el cargo que se ocupa, para que los encuestados se sientan libres de decir lo que piensan sin reparo de ningún tipo. El medio de difusión de la encuesta será a través de dispositivos digitales, mediante el software “formularios de Google”, lo que permite que la encuesta tenga mayor alcance, y se facilita la distribución, realización y recolección.

A continuación, se expone (sin entrar en detalle de los enunciados) el objetivo específico de cada una de las preguntas de esta primera encuesta (mostrada en el Anexo I) con vistas a conseguir una visión e información completa en este inicio del desarrollo de la investigación:

- 1) Contrastar la percepción sobre los problemas identificados anteriormente, como los que originan en el personal de mantenimiento la implantación de las PERAM o la modernización de los sistemas de aeronaves, con la visión que se tiene desde fuera. Se permite la opción de añadir otro problema distinto a los anteriores, cuya relevancia en la investigación se determinará posteriormente. Se espera que los razonamientos de las respuestas elegidas identifiquen, completen o confirmen información de las hipótesis obtenidas previamente en base al análisis de la normativa y los manuales.
- 2) Averiguar si los problemas que surgen de la pregunta anterior afectarán a corto plazo a la operatividad de la Aviación del Ejército de Tierra, ya que al final y al cabo esto será lo que



dará una verdadera visibilidad del problema para que sea tomado en mayor consideración a niveles superiores. Por otra parte, se pretende averiguar ideas que puedan servir como posibles soluciones a estos problemas, que podrían ser de utilidad para las posibles alternativas que queremos plantear en este trabajo.

- 3) Averiguar cómo se realiza el reparto de tareas en las UTM. Una de las particularidades del mantenimiento aeronáutico civil es que no todos los mecánicos pueden realizar cualquier tarea por más experiencia y capacitación práctica que posean. Sin embargo, surge la duda de si al haber diferentes escalas de especialistas en el ámbito militar (suboficiales y tropa), la asignación tiene en cuenta el empleo, la formación y capacitación o simplemente la experiencia. De esta manera, se podría constatar la facilidad de adaptación de PERAM, que pretende instaurar que la realización de tareas se lleve a cabo según la capacitación.
- 4) Averiguar si existe sobrecarga de trabajo y, en tal caso, por qué motivos se produce. Los posibles motivos que se dan como opción son la falta de previsión de las capacidades de Control de Producción, la falta de personal y la falta de eficiencia en los procesos de trabajo. En esta pregunta es de esperar cierta divergencia de opiniones, al ser cuestionados ingenieros y especialistas, de lo que se obtendrá una visión más amplia desde diferentes perspectivas.
- 5) Averiguar la situación de los especialistas en Aviónica en cuanto a realización de tareas. La implementación de mayor electrónica podría hacer que muchas de las tareas que realizan los especialistas en Mantenimiento pudieran ser realizadas por especialistas en Aviónica, con lo cual se podría repartir más el trabajo.
- 6) Averiguar cuánto tiempo se dedica a la formación continuada de los especialistas en las UTM. Uno de los apartados de PERAM subraya la necesidad de formación continuada y además es una de las finalidades secundarias de este trabajo.
- 7) Indagar en la posibilidad de cambiar algo en la orgánica funcional de la sección de Control de Producción de las UTM. Aunque PERAM estipula de manera específica la orgánica de una organización de mantenimiento, no estipula una orgánica funcional específica para los especialistas de taller de Control de Producción. La expectativa de estas respuestas es obtener ideas para mejorar el funcionamiento de la UTM, la principal finalidad de este trabajo.
- 8) Elegir qué aspecto es más importante en una UTM de entre las opciones: eficacia, eficiencia, seguridad, organización y ergonomía ambiental se consideran más importantes en una UTM. Estos aspectos fueron elegidos basándose en la normativa, los artículos y la documentación sobre la Aviación del Ejército de Tierra analizada previamente. Esta clasificación pretende servir de apoyo en la posterior elección y análisis de los criterios necesarios en el AHP.
- 9) Pregunta abierta sobre cualquier aspecto o sugerencia que se considere relevante en relación con las preguntas y temática anterior, que no fueran tratadas en las preguntas anteriores. Aunque la temática que se quería tratar ha quedado cubierta, no es descartable encontrar algún tema interesante y aprovechable para la investigación.

### 3.1.2 Resultados de la encuesta nº1

La participación total en esta encuesta ha sido de 27 personas: 22 especialistas y 5 ingenieros de diferentes UTM. El personal encuestado tiene una media de experiencia en unidades de la AVIET de 7,5 años.

Las conclusiones fundamentales obtenidas de cada pregunta se exponen a continuación



siguiendo la numeración de los enunciados, de forma análoga al apartado anterior:

- 1) Los principales retos a los que se enfrentará la AVIET según los encuestados muestran la siguiente proporción:
  - Un 39% afirma que la capacitación de los especialistas en Mantenimiento de Aeronaves a sistemas más modernos representará un reto por la falta de formación de actualización, tanto en temas técnicos como en el inglés (este último fundamental ya que la realización de tareas se realiza siguiendo manuales en inglés).
  - Un 34% ve como problema la obtención de las LMAM, pues generan cierta incertidumbre por la falta de información, directrices y celeridad que hay al respecto. Aunque la mayoría de los encuestados son optimistas y creen que se conseguirán las convalidaciones, afirman que el gran escollo radica en la gran cantidad de tropa especialista que hay en los talleres, viendo difícil que se les puedan emitir sus licencias debido a que su nivel de estudios difiere mucho del nivel que exige PERAM.
  - El 27% restante afirma que la falta de personal especialista en las UTM y la falta de actualización del personal son unos de los principales problemas.
- 2) De forma unánime, todos los encuestados coinciden en que los anteriores problemas acabarán afectando a la operatividad de la AVIET a corto plazo. Las soluciones aportadas al respecto son:
  - Una mayor integración en la realización de tareas de los especialistas en Mantenimiento de Aeronaves con los Aviónicos para favorecer la modernización y la transición al mayor uso de sistemas electrónicos. Además, se sugiere una mayor oferta de cursos de actualización e inglés aeronáutico, aprovechando las plataformas digitales del Ejército.
  - La realización de los cursos complementarios en horario laboral para la obtención de las LMAM.
  - En cuanto a la falta de personal se incide generalmente en mejorar las condiciones de trabajo del personal para que estos tengan mayor permanencia en las unidades y no tener que cambiar de destino al ascender.
- 3) Un 82% de los encuestados opina que los trabajos se asignan según la experiencia sin importar el empleo. Los razonamientos se basan en que el personal de nueva incorporación no suele tener la suficiente destreza para realizar cierto tipo de tareas que son críticas. Por ejemplo, en el caso de los suboficiales, por su nivel de formación deberían estar capacitados para realizar estas tareas nada más llegar a las unidades, pero aún así necesitan un periodo de adaptación. En el caso de la tropa especialista de nueva incorporación no tienen la responsabilidad de realizar tareas críticas, pero con el paso de los años y la experiencia obtenida las acaban asumiendo. El 18% restante afirma que la asignación en sus unidades se hace por el nivel de capacitación técnica sin importar la experiencia debido a que se encuentran en la transición a las PERAM.
- 4) En cuanto a la carga de trabajo, los resultados son bastante parejos en todas las opciones:
  - Un 39% destaca la falta de previsión de las capacidades de la unidad, razonando que hay mayor operatividad, pero el presupuesto es el mismo. Además, afirman que muchas órdenes de trabajo se generan de improviso, estando ya todo el personal empleado en otras tareas. Esto implica tener que realizar jornadas por las tardes para terminar el trabajo. En este aspecto se resalta la poca utilidad del software para la



gestión del mantenimiento (Pullydo)<sup>13</sup>.

- El 31% afirma que la falta de eficiencia es el gran problema, ya que hay mucha gente antigua con procedimientos poco eficientes, demasiadas oficinas interdependientes por las que tienen que pasar las órdenes de trabajo y poco control de las actividades del personal.
  - El 30% destaca de nuevo la falta de personal y el aumento de la cantidad de tareas con los nuevos sistemas de aeronaves.
- 5) Un 83% de los encuestados opina que un especialista en Aviónica podría asumir más tareas debido a la mayor cantidad de sistemas electrónicos en las aeronaves. Se destaca que quedan muchas veces a la espera de que un especialista en Mantenimiento les desmonte piezas, impidiéndoles emplear ese tiempo en otras tareas. Además, hay tareas muy sencillas que, con la debida formación, podrían realizarlas fácilmente. Esto podría llevarse a cabo sencillamente con una mayor cooperación e intercambio de conocimientos entre especialistas en Mantenimiento y Aviónicos. Por el contrario, el porcentaje restante afirma que la CAM ya estipula qué tipo de especialista debe realizar cada tarea.
- 6) De forma unánime, los encuestados indican que no se dedica tiempo para la formación continuada. Los argumentos van desde la falta de tiempo por el exceso de trabajo, falta de presupuesto o la inexistencia de una cultura de actualización o renovación de procedimientos. Además, en los pocos cursos que se realizan fuera de la unidad no existe un intercambio real de conocimientos entre compañeros. Otros argumentos se centran en la importancia de la actualización de los manuales y de la buena interpretación que se haga de ellos.
- 7) En cuanto a posibles cambios de la orgánica funcional del personal especialista, no se ha obtenido nada concluyente: las respuestas se centran en puestos administrativos y en el aumento de personal. Sin embargo, se recoge alguna respuesta destacable, como la de un especialista que afirma que podría ser interesante adoptar el organigrama americano, en el cual explica que separan el personal de mantenimiento de base con el de línea de vuelo, enfocándose cada grupo en un solo tipo de tareas. Según afirma, en las UTM de las Unidades de Helicópteros de la AVIET, un especialista en Mantenimiento hace las dos tareas indistintamente, llevando a que tareas de mantenimiento en base se queden muchas veces incompletas por ir a realizar los cometidos de línea de vuelo, o que se tengan que realizar relevos de tarea.
- 8) En la clasificación de los aspectos considerados mas importantes en las UTM, la mayoría de los encuestados eligió en primer lugar la seguridad, seguido en este orden por la eficiencia, la organización, la eficacia y la ergonomía ambiental.
- 9) Finalmente, en la pregunta abierta se destaca por un lado que debería haber un mayor flujo de información tanto en tareas a realizar como en lecciones identificadas, y por otro, que se debería tener en cuenta el factor humano del personal, que muchas veces está sometido a mucha presión, generándole situaciones estresantes que pueden afectar a la seguridad.

## 3.2 SELECCIÓN DE CRITERIOS Y SUBCRITERIOS

<sup>13</sup>Pullydo: Programa Unificado de Logística y Documentaciones para el correcto mantenimiento de la aeronavegabilidad continuada de las flotas del ET (ACAVIET, 2008).



Unos de los puntos importantes en la investigación es la obtención de unos criterios que simplificarán la elección de la solución óptima al problema planteado. Mediante el análisis de la información obtenida en las encuestas, y el estudio previo de la situación presente y futura de la AVIET, se ha determinado que los criterios a utilizar sean: la seguridad, la eficiencia, la organización y la implementación. Además, cada uno de estos criterios se descompone en tres subcriterios que conforman una red de variables de valoración que busca ser más objetiva.

### 3.2.1 Seguridad

La seguridad y fiabilidad de las operaciones de mantenimiento en aeronaves dependen tanto de las personas como de sus sistemas técnicos. No obstante, los informes de accidentes e incidentes continúan mostrando que los mecánicos de aeronaves a veces cometen errores que los organismos de mantenimiento a veces no logran atajar o vigilar (OACI, 2003). Por ello, aunque las tareas son inspeccionadas tras su realización por los inspectores, cuantos más filtros pasen estas de manera eficiente, más se reducirá la probabilidad de que ocurra algún incidente o accidente.

Por otro lado, las pruebas sugieren que los sistemas que deberían asegurar que la labor se realiza con arreglo a las normas no funcionan eficazmente. También, está demostrado que la repetición de la misma tarea durante mucho tiempo hace que la forma de realizarla se automatice. Sin embargo, los procedimientos que antes eran válidos pueden cambiar debido a que se descubren vulnerabilidades. Con un control de estos procedimientos y competencias se podría aumentar la seguridad en las operaciones de mantenimiento.

Finalmente, aunque el estrés es parte normal de la vida, el exceso de este puede llevar a cometer errores. Medidas sugeridas por la OACI (2003) para las operaciones de mantenimiento, sugieren la ayuda de supervisores que reconozcan y enfrenten los efectos del estrés y la fatiga en la organización. Medidas como el cambio o rotación del personal, la supervisión y las propias tareas o el ordenamiento de estas, pueden reducir los riesgos de errores por estrés o fatiga. También es importante la propia colaboración del personal que reconoce los síntomas y se enfrenta a ellos.

Por todos los aspectos anteriormente analizados, los subcriterios elegidos son:

- Detección de errores: identificación y corrección de manera temprana de los posibles fallos que se puedan originar en la ejecución de las tareas.
- Control de competencias y procedimientos: facilidad para llevar un control de las competencias reales del personal y de la exactitud en la ejecución de los procedimientos.
- Control de factores estresantes: capacidad de reconocer situaciones estresantes y síntomas de estrés en el personal.

### 3.2.2 Eficiencia

La planificación es fundamental para la exitosa aplicación de un programa de mantenimiento y asegurar la eficiencia operacional y económica. Un diseño apropiado de la tarea puede tener consecuencias importantes sobre la productividad. Por esto, la *Human Factor Guide for Aviation Maintenance* (2014) de la *Federal Aviation Administration* (FAA) destaca la importancia de la aplicación de sistemas para la realización de la auditoria mecánico-tarea en diferentes aspectos.

Aunque el objetivo principal de una organización de mantenimiento debería ser que se realicen las tareas en las mejores condiciones, es decir, contar con el personal apropiadamente cualificado, las instalaciones adecuadas y los equipos, herramientas y materiales necesarios. Se



considera fundamental que los organismos de mantenimiento cuenten con un plan de horas/trabajador en el que se indique tanto el número óptimo de personal a emplear como el tiempo necesario para la realización de las tareas. Además, las horas de trabajo diarias deberían mantenerse dentro de unos límites aceptables para que el periodo de descanso tenga su correspondiente efecto.

Todos estos aspectos deberían asegurar la eficiencia operacional y el buen funcionamiento de la organización. Por ello, los subcriterios elegidos son:

- Control de la productividad: facilidad para llevar un control de horas efectivas de trabajo del mecánico y de duración de las tareas.
- Empleo de personal: empleo del mínimo personal indispensable en la realización de cometidos.
- Tiempo empleado: empleo del mínimo tiempo indispensable para realización de cometidos.

### 3.2.3 Organización

Dependiendo del volumen y complejidad del trabajo realizado normalmente por el organismo de mantenimiento, el sistema de planificación puede variar desde un procedimiento sencillo a una organización muy compleja. Esta planificación presenta dos aspectos a tener en cuenta: la planificación de la producción y la planificación logística (OACI, 2003).

La planificación de la producción a su vez se divide en dos elementos complementarios. Primero, la programación de los trabajos de mantenimiento de manera que no interfieran adversamente con otras labores de mantenimiento respecto a la disponibilidad del personal, herramientas, equipos, etc. Segundo, la organización de los equipos y los turnos durante las labores de mantenimiento para que estas se lleven a cabo sin presiones de tiempo.

La planificación logística está orientada a asegurar la disponibilidad de materiales y herramientas durante las labores de mantenimiento además de un control del inventario.

Por estos motivos, los subcriterios elegidos son:

- Coordinación entre el personal: consiste en la organización óptima en tiempo y lugar del personal en la realización de tareas.
- Coordinación entre tareas: consiste en la facilidad para organizar la realización de tareas de manera que no impidan la realización de otras
- Coordinación en el uso de recursos materiales: consiste en la facilidad para organizar la utilización de herramientas, hangares, ordenadores etc. De manera que el uso de estas no impida la realización de otras tareas

### 3.2.4 Implementación

El gran gasto que requiere implementar todos los cambios necesarios en la AVIET hace que se valore positivamente el máximo aprovechamiento de los recursos existentes (personal, espacios, herramientas etc.). Otro aspecto a tener en cuenta es que los cambios que se lleven a cabo puedan realizarse de manera rápida y oportuna. Por último, como se ha visto en las encuestas, tener en cuenta la opinión del personal para llevar a cabo cambios que les pueden afectar es una forma de que se sientan partícipes de la organización y ayuden a esta a cumplir los objetivos. Según estos aspectos, los subcriterios elegidos son:



- Necesidades logísticas: valorada positivamente como la alternativa que menos recursos adicionales requiera para su puesta en marcha.
- Tiempo necesario: valorada positivamente como la alternativa que menos tiempo requiera para su puesta en marcha
- Acogida: valorada positivamente como la alternativa que menos rechazo produce al personal.

### 3.3 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Uno de los objetivos de este trabajo es intentar conseguir un organigrama funcional del personal de taller encuadrado en Control de Producción que sea óptimo. La búsqueda de este organigrama está basada principalmente en los criterios descritos en el apartado anterior y que además sea viable implementarlos en las UTM de manera general. Las alternativas de solución propuestas para ello son: la organización por equipos, la organización por cometidos y la organización según necesidades.

#### 3.3.1 Organización por equipos

Este organigrama es el que usa el Grupo de Material del Ala 78 en la Base Aérea de Armilla donde se imparte el curso básico de pilotos de helicóptero a todas las Fuerzas Armadas. Este grupo perteneciente al Ejército del Aire cuenta entre sus medios con dos tipos de helicópteros diferentes, el Sikorsky S-76C (H-24) y el EC-120 Colibrí (H-25), y además es uno de los pioneros en la implantación de la normativa PERAM en las FAS.

En la entrevista personal con el Jefe de la Sección de Ingeniería y Calidad (SINCA), el teniente Padilla, este detalló la manera en que se organiza su taller de mantenimiento. Una de las explicaciones más provechosas para este trabajo fue cómo se organizan los especialistas para realizar los trabajos de mantenimiento. Esta organización está basada en equipos de trabajo, donde cada equipo cuenta como mínimo con un especialista en Aviónica, un especialista en Mantenimiento de Aeronaves de la Escala de Suboficiales (quien se encarga de tareas de mayor capacitación técnica), y otro de Tropa (quien se encarga de tareas más sencillas, de apoyo a los anteriores y de las tareas de línea de vuelo). El jefe de equipo pertenece a la Escala de Suboficiales, de empleo brigada o subteniente, y generalmente de la especialidad de Mantenimiento de Aeronaves. Además, para completar sus capacidades, algunos equipos cuentan con personal civil ya certificado para realizar labores de mantenimiento. Otro aspecto tenido en cuenta a la hora de conformar los equipos es la experiencia, la capacitación y la formación del personal, siendo cuantificada y ponderada según diferentes criterios. Estas evaluaciones en el entorno estrictamente laboral se ven reflejadas en las evaluaciones personales, que son muy importantes para ascensos del personal militar.

La justificación que dio el teniente Padilla de esta forma de funcionar fue principalmente un mejor reparto y coordinación de tareas, ya que es más fácil distribuir cometidos tanto a nivel inter-equipo como a nivel intra-equipo. En cuanto al personal, existe un mayor control de sus actividades, una mejor integración de las capacidades y un mejor intercambio de experiencia y conocimientos entre los integrantes del equipo.

Las ventajas de instaurar un organigrama por equipos de trabajos en las UTM, además de las ya mencionadas anteriormente, es que los equipos no empleados en tareas pueden estar realizando instrucción o formación tutorizada por el jefe de equipo. Además, en este tipo organigrama tipo pelotón se fomentan relaciones de mando y compañerismo necesarias en el



Ejército de Tierra. Por contra, los inconvenientes pueden ser la necesidad de contratar personal civil para completar equipos.

### 3.3.2 Organización según cometidos

La segunda alternativa a ser implantada es el organigrama que usa la *Eastern Army Aviation Training Site* del Ejército americano. Esta Unidad cuenta entre sus medios con el helicóptero Chinook (CH-47), el mismo tipo de helicóptero que usa el Batallón de Helicópteros de Transporte V. Por esta razón, colaboran en la formación de los especialistas españoles en el mantenimiento del Chinook versión *foxtrot*.

Gracias a esta formación realizada en Estados Unidos, el sargento Navarro, de la especialidad de Mantenimiento de Aeronaves y destinado del BHELTRA V, pudo compartir su experiencia y algunos conocimientos adquiridos. Entre ellos, se destaca la forma en que se organiza el taller de mantenimiento. Esta forma de funcionar consiste en la separación de los especialistas de mantenimiento de base de los de línea de vuelo, que según su opinión es la manera más eficiente de compaginar las tareas de mantenimiento con los vuelos de instrucción diarios. Siguiendo esta filosofía de trabajo, los especialistas más modernos o con menos experiencia deberían estar encuadrados únicamente en mantenimiento de base, donde realizarían sus cometidos con apoyo de manuales, otro personal algo más experimentado y mejores condiciones ambientales que facilitarían un rápido y mejor aprendizaje. Además, se disminuiría la aparición de estrés por tener la responsabilidad de ser mecánico tripulante con poca experiencia en vuelos o misiones reales. Por la razón contraria, los especialistas en Mantenimiento más experimentados deberían realizar las tareas de línea de vuelo, ya que en vuelo se cuenta con menos recursos y tiempo para diagnosticar o solucionar alguna situación comprometida. Finalmente, en el aspecto organizativo, tener que dedicarse a un solo tipo de tareas produce una disminución de las alteraciones en el ritmo de trabajo, y por tanto se disminuyen los tiempos muertos.

Las ventajas de instaurar un organigrama con separación de línea de base y línea de vuelo en las UTM son un aumento en la seguridad de los vuelos de instrucción y una mayor eficiencia en la realización de las tareas de base. Entre los inconvenientes estaría cambiar la concepción entre los especialistas a esta forma de organización, ya que hoy en día esta concepción es totalmente contraria: el personal antiguo y experimentado es el que realiza las tareas de mantenimiento de base.

### 3.3.3 Organización según necesidades

La tercera y última opción es la que se usa hoy en día en la mayoría de UTM de la AVIET: el reparto de tareas según necesidades. Esta forma de trabajar, también descrita por el sargento Navarro, consiste en ir repartiendo las distintas tareas entre todo el personal, siguiendo distintos criterios como la experiencia o no estar empleado en otra tarea. En su opinión, esta manera de estructurar el trabajo es favorecida por la falta de personal especialista que sufren las UTM puesto que es más flexible. Esta se flexibilidad se ve reflejada en que el personal se emplea para distintos cometidos. Además, les deja bastante libertad de acción para regularse el ritmo de trabajo o las actividades.

Una de las ventajas de seguir usando esta organización es que posiblemente es, de todas las anteriores vistas, la que mejor se adapta a la situación de falta de personal que sufren las UTM. También, basándonos en las recientes noticias acerca de la AVIET, es cierto que la operatividad no solo no ha disminuido, sino que cada vez participa en más ejercicios y misiones. Por el contrario, esta forma de trabajar repercute en la insatisfacción del personal, el cual



manifiesta sentir sobrecarga de trabajo o estrés, quedando reflejado en las encuestas realizadas.

### 3.4 ENCUESTA Nº 2

La segunda encuesta que se ha diseñado para el desarrollo de esta investigación se muestra en el Anexo II. Esta encuesta tiene como objetivo servir como herramienta para recopilar la información necesaria para incorporar al método AHP para obtener la alternativa más oportuna por comparación. Es por ello que no se va a justificar con tanto detalle como la primera de las encuestas. Su objetivo es que el personal experto (en este caso se ha remitido a inspectores técnicos de diferentes UTM) comparen y valoren los criterios, subcriterios y las alternativas obtenidas en la fase anterior. En cuanto a la estructura de la encuesta, al principio se muestra de forma esquemática las características más relevantes de cada alternativa de organigrama de trabajo, así como una breve explicación de cada criterio y subcriterio para contextualizar al encuestado y que pueda realizar la valoración. A continuación, se muestran las tablas de comparación para realizar la valoración numérica de los criterios entre sí (seguridad, eficiencia, organización e implementación), de los subcriterios pertenecientes a cada criterio, y las alternativas en función de cada subcriterio. Para realizar la valoración se ha recurrido a usar la tabla de valoración predefinida por el propio Saaty (Saaty, 1980), la cual facilita el desarrollo matemático del AHP.

Una vez llegado este punto de la investigación, podemos pasar al punto final, en el que analizaremos estos datos y deduciremos los resultados aplicando dicho modelo.



## 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Una vez diseñada la segunda encuesta y distribuida al personal, se plantea un análisis cuantitativo para valorar cuál de las alternativas de solución propuestas en el apartado 3.3 sería óptima para el propósito de este trabajo. Para ello se utilizará el Proceso Analítico Jerárquico (AHP), definido brevemente en el apartado 2.2.2, y descrito con más detalle en esta ocasión.

### 4.1 APLICACIÓN DEL MÉTODO AHP

Para llevar a cabo el proceso matemático requerido en el método AHP se ha recurrido al software desarrollado por Vásquez Díaz (2013). Dada la complejidad y lo elaborado de este método, por mayor facilidad en la exposición y lectura se describirá el proceso y el fundamento matemático que utiliza el software en cada paso que vayamos avanzando.

#### 4.1.1 Representación del problema en una estructura jerárquica

En función de los criterios, subcriterios y alternativas de solución elegidos en los apartados 3.2 y 3.3, el esquema del problema en una estructura jerárquica queda como se presenta en la Figura 3 (en página siguiente). En dicho esquema se aprecia la conexión de criterios, subcriterio y alternativas propuestas, que serán analizadas en base a dicho procedimiento matemático.

#### 4.1.2 Valoración de las alternativas

Para esto se realizó el segundo cuestionario de valoración de las alternativas en función de cada subcriterio, disponible en el Anexo II, a cuatro inspectores técnicos de diferentes UTM. Los valores de comparación fueron asignados según la escala fundamental de comparación propuesta por el propio Saaty (Tabla 1): Como ejemplo, la valoración responde a la pregunta: ¿en función del subcriterio *detección de errores*, qué alternativa es mejor y cuánto mejor?

Tabla 1. Escala fundamental de comparación (Saaty, 1980).

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

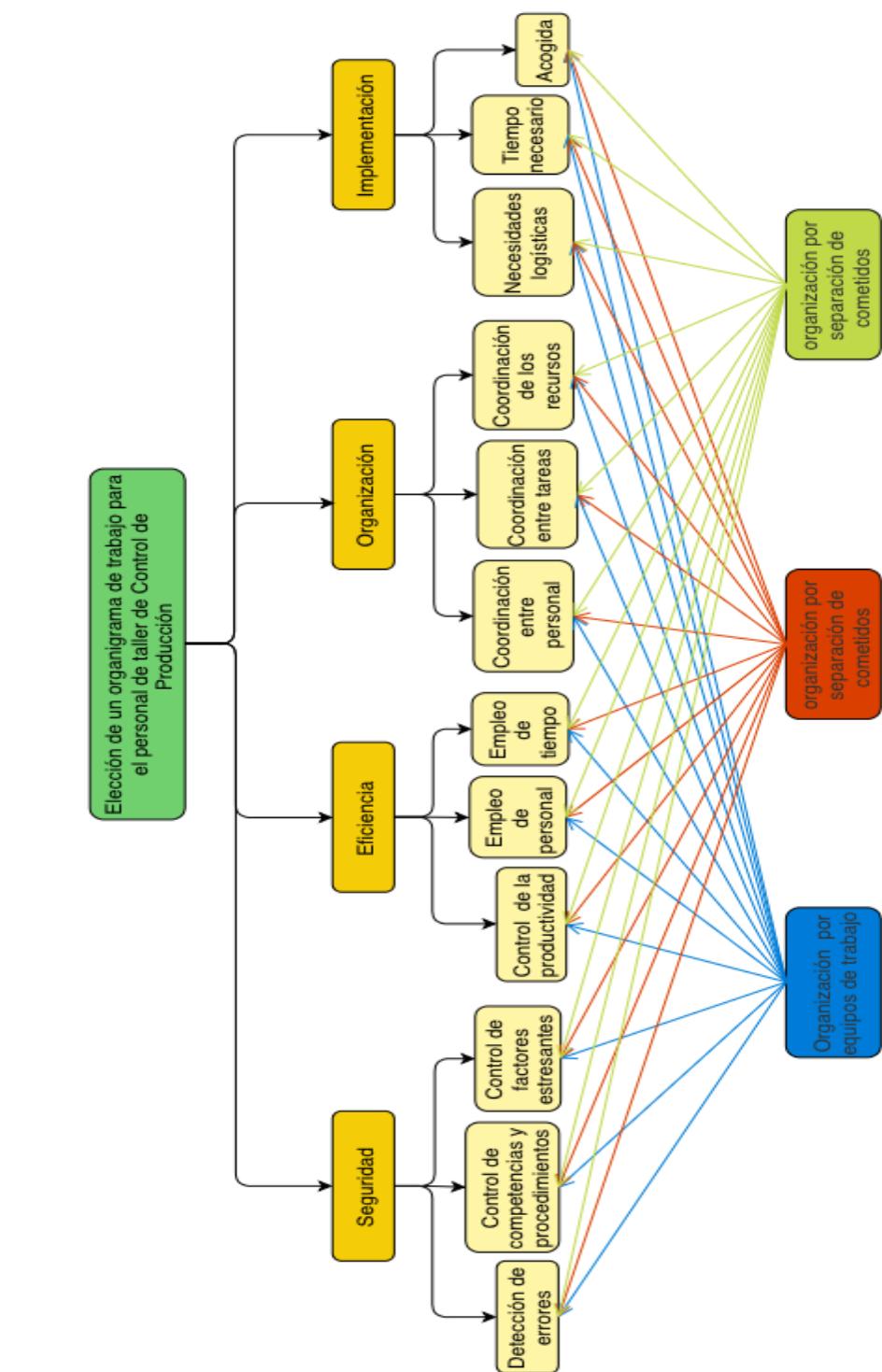


Figura 3. Estructura jerárquica AHP (elaboración propia)

Una vez hecha la valoración de los expertos se realiza la media para todos aquellos valores obtenidos en cada opción (ver Anexo III). Seguidamente, se divide el valor de la opción con mayor media entre la de menor media para adjudicar de nuevo los valores propuestos por Saaty (1, 3, 5, 7, 9), utilizando para esto los intervalos mostrados en la Tabla 2.



Tabla 2. Correspondencia de los intervalos obtenidos con los valores de la escala Saaty.

Intervalos	Valor de la escala Saaty
[1; 1,1)	1
[1,1; 1,5)	3
[1,5; 3)	5
[3; 4)	7
[4; $\infty$ )	9

Los resultados se plasman en una matriz de comparación pareada, y a continuación se calcula el ratio de inconsistencia ( $RI$ ) asumido y el peso relativo ( $w$ ) de cada alternativa en función de cada subcriterio, como se refleja en la Tabla 3 para el subcriterio *Detección de errores*.

Tabla 3. Valoración de alternativas en función del subcriterio Detección de errores.

Detección de errores	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	5	5	0.71
Separación de cometidos	1/5	1	1	0.14
Asignación según necesidades	1/5	1	1	0.14
				$RI = 0$

El procedimiento matemático para obtener la matriz de la Tabla 3 consiste en el siguiente. Sea  $A$  una matriz  $n \times n$ , donde  $a_{ij}$  sea el elemento  $(i, j)$  de  $A$ , para  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , y  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ . Se dice que  $A$  es una matriz de comparaciones pareadas de  $n$  alternativas, si  $a_{ij}$  es la medida de la preferencia de la alternativa en la fila  $i$  cuando se le compara con la alternativa  $j$ . Cuando  $i = j$ , el valor de  $a_{ij}$  será igual a 1, pues está comparando el criterio consigo mismo:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots \\ a_{n1} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad 1)$$

Además, esta matriz cumple las propiedades de:

- Reciprocidad: si  $a_{ij} = x$ , entonces  $a_{ji} = \frac{1}{x}$ .
- Homogeneidad: si  $i$  y  $j$  son igual de importantes,  $a_{ij} = a_{ji} = 1$  ( $a_{ii} = 1$  para todo  $i$ ).
- Consistencia: la matriz no debe tener contradicciones en la valoración realizada (más adelante veremos cómo se determina dicha consistencia).



Para hallar la importancia relativa de cada alternativa ( $w$ ) en función de cada criterio, Saaty, demuestra matemáticamente que el autovector normalizado calculado a partir de la matriz de comparación es la mejor aproximación de evaluación de los criterios analizados (Saaty, 1980 y 1990). Para esto se resuelve:

$$A \cdot W = \lambda_{max} \cdot W \quad (2)$$

donde  $W(w_1, w_2, w_n)$  es el autovector y  $\lambda_{max}$  el autovalor máximo.

El procedimiento operativo para calcular el autovector ( $W$ ) de la matriz de comparación consiste en:

- 1) Sumar los valores en cada columna de la matriz:

$$\sum a_{i1}, \dots, \sum a_{in} \quad (3)$$

- 2) Dividir cada elemento de la matriz entre la suma de los valores de su columna correspondiente. A la matriz resultante se le denomina matriz normalizada<sup>14</sup>.

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{\sum a_{i1}} & \dots & \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} & \dots & \frac{1}{\sum a_{in}} \end{pmatrix} \quad (4)$$

- 3) Calcular el promedio de los elementos de cada fila de la matriz normalizada.

$$W = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sum a_{i1}} + \dots + \frac{a_{1n}}{\sum a_{in}} \\ \vdots \\ \frac{a_{n1}}{\sum a_{i1}} + \dots + \frac{1}{\sum a_{in}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Esta operación se debe llevar a cabo con cada una de las matrices de comparación.

La consistencia de las matrices de comparación se comprueba mediante el denominado ratio de inconsistencia ( $RI$ ). El ratio de inconsistencia se calcula mediante la expresión:

$$RI = \frac{IC}{CA} \quad (6)$$

---

<sup>14</sup> Se dice que una matriz es normal o está normalizada, si commuta con su traspuesta. Sea  $M$  una matriz, se dice que es normal si  $MM^T=M^TM$ .



donde  $IC$  es el índice de consistencia y  $CA$  es el índice aleatorio de consistencia. Si una matriz supera el  $RI$  máximo mostrado en la Tabla 4, hay que reevaluar las ponderaciones. Como se puede comprobar, el  $RI = 0$  de la matriz de comparación (3x3) de alternativas en función del subcriterio Detección de errores (ver Tabla 2) está dentro del límite.

*Tabla 4. Ratio máximo de inconsistencia según dimensión de la matriz de comparación (Saaty, 1980).*

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia máximo
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Por otro lado, el índice aleatorio de consistencia ( $CA$ ) es un valor que viene predefinido según el tamaño de la matriz, como se aprecia en la Tabla 5. En el caso del valor  $CA = 0$  con  $n = 2$ ,  $RI$  tomaría un valor también cero, tal y como se deduce de la ecuación (3). Tal valor nulo representaría que la consistencia es completa. Sin embargo, esto es difícil de conseguir ya que es de esperar cierta inconsistencia en casi cualquier conjunto de comparaciones pareadas.

*Tabla 5. Índice aleatorio de consistencia según dimensión de una matriz de comparación cualquiera (Saaty, 1980).*

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Por su parte, el índice de consistencia ( $IC$ ) se obtiene como:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

donde  $n$  es la dimensión de la matriz de comparación y  $\lambda_{max}$  autovalor máximo.

El procedimiento operativo para hallar  $\lambda_{max}$  consiste en:

- 1) Multiplicar la matriz de comparación por su autovector:

$$\begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots \\ a_{n1} & \cdots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} \quad (8)$$

- 2) Sumar los elementos de la matriz resultante.



$$\lambda_{max} = a + b + c \quad (9)$$

Al finalizar, se deben realizar todos estos pasos con todas las matrices obtenidas.

#### 4.1.3 Valoración de los criterios y subcriterios

Al igual que el paso anterior, los expertos evaluaron los subcriterios y los criterios, mediante el cuestionario tipo (Anexo II). De la misma manera que en la valoración de alternativas, se siguieron los mismos pasos para plasmar tanto los resultados en las matrices como los pesos relativos ( $W$ ) de cada subcriterio. Los resultados completos se pueden ver recogidos en el Anexo III. A continuación, mostramos dos ejemplos en las Tablas 6 y 7.

*Tabla 6. Valoración de subcriterios de Seguridad.*

Seguridad	Detección de errores	Control de competencias y procedimientos	Control de factores estresantes	PESOS ( $W$ )
Detección de errores	1	1/5	1/3	0.11
Control de competencias y procedimientos	5	1	1	0.48
Control de factores estresantes	3	1	1	0.41
				RI = 0.0251

*Tabla 7. Valoración de criterios.*

CRITERIOS	Seguridad	Eficiencia	Organización	Implementación	PESO ( $W$ )
Seguridad	1	9	9	9	0.72
Eficiencia	1/9	1	3	3	0.15
Organización	1/9	1/3	1	1	0.06
Implementación	1/9	1/3	1	1	0.06
				RI=0.0588	

#### 4.1.4 Priorización de alternativas

La última etapa consiste en la obtención de la matriz de decisión en la cual resultan las



alternativas ponderadas en base a la totalidad de los criterios y subcriterios. La que mejor ponderación obtiene en ella, será la mejor alternativa para lograr el objetivo.

Para obtener la matriz de decisión, primero hay que conformar la matriz de prioridades, que consiste en agrupar todos los autovectores obtenidos en las matrices de las alternativas en función de cada criterio:

$$\begin{pmatrix} \alpha_{w_1} & \beta_{w_1} & \gamma_{w_1} \\ \alpha_{w_2} & \beta_{w_2} & \gamma_{w_2} \\ \alpha_{w_3} & \beta_{w_3} & \gamma_{w_3} \end{pmatrix} \quad (10)$$

donde  $\alpha_w$ ,  $\beta_w$  y  $\gamma_w$  son los autovectores de las alternativas en función de cada criterio ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ).

Finalmente, se multiplica la matriz de prioridades por el autovector obtenido de la matriz de comparación de criterios  $W'$ :

$$\begin{pmatrix} \alpha_{w_1} & \beta_{w_1} & \gamma_{w_1} \\ \alpha_{w_2} & \beta_{w_2} & \gamma_{w_2} \\ \alpha_{w_3} & \beta_{w_3} & \gamma_{w_3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w'_1 \\ w'_2 \\ w'_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{pmatrix} \quad (11)$$

obteniéndose el vector de ponderaciones:  $P_i$  es la ponderación final de la alternativa  $i$ , con  $i = 1, 2, 3 \dots, n$ .

## 4.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del conjunto de la información recabada en la segunda encuesta (Anexo II), se ha aplicado el método AHP tal y como hemos explicado en el apartado anterior. Los resultados completos de cada una de las matrices de criterios, subcriterios y alternativas se muestran con todo detalle en el Anexo III. En la Tabla 8 se presentan los resultados obtenidos en este procedimiento, obteniéndose las ponderaciones finales para cada alternativa de solución.

Tabla 8. Ponderaciones finales (elaboración propia)

CRITERIOS/SUBCRITERIOS	PESOS (w)	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades
<b>Seguridad</b>	<b>0.72</b>	<b>0.64</b>	<b>0.25</b>	<b>0.11</b>
Detección de errores	0.11	0.71	0.14	0.14
Control de competencias y procedimientos	0.48	0.63	0.26	0.11
Control de factores estresantes	0.41	0.63	0.26	0.11
CRITERIOS/SUBCRITERIOS	PESOS (w)	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades



<b>Eficiencia</b>	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.64</b>	<b>0.11</b>
Control de productividad	0.63	0.11	0.78	0.11
Empleo de personal	0.26	0.63	0.26	0.11
Tiempo empleado	0.11	0.11	0.78	0.11
<b>Organización</b>	<b>0.06</b>	<b>0.28</b>	<b>0.61</b>	<b>0.10</b>
Coordinación entre personal	0.11	0.45	0.45	0.09
Coordinación entre tareas	0.48	0.26	0.63	0.11
Coordinación de los recursos materiales	0.41	0.26	0.63	0.11
<b>Implementación</b>	<b>0.06</b>	<b>0.14</b>	<b>0.41</b>	<b>0.44</b>
Necesidades logísticas	0.48	0.09	0.45	0.45
Tiempo necesario	0.41	0.06	0.45	0.49
Acogida	0.11	0.67	0.09	0.24
<b>Ponderación final</b>	<b>0.53</b>	<b>0.34</b>	<b>0.13</b>	

En vista de los resultados de la Tabla 8, tenemos los siguientes resultados:

- La alternativa de organización por equipos de trabajo ha obtenido la mejor ponderación (53%), seguida de la organización por separación de cometidos como segunda mejor opción (34%). La alternativa de organización en base a la asignación según necesidades se muestra claramente como la menos óptima (13%).
- Analizando los criterios de forma individual:
  - El criterio al que más importancia se le da es a la seguridad (72%), como era de esperar, siendo esta una de las razones principales de que la alternativa de organización por equipos haya conseguido la mayor ponderación: los encuestados la consideran mayoritariamente la forma de trabajo que más aportaría a la seguridad en el mantenimiento (64%).
  - El segundo criterio en orden de importancia es la eficiencia (15%), y la forma de trabajo mejor valorada en ese sentido es la de separación de cometidos (64%).
  - Los criterios menos importantes han resultado ser la organización e implementación (6%). La organización por separación de cometidos es la más valorada en cuanto a el criterio de organización (61%), mientras que la organización de asignación según necesidades es la más fácil de implementar (44%).

Analizando más en profundidad los resultados, la alternativa de organización por equipos destaca por la existencia de una figura responsable dentro del equipo con capacidad de tener un mayor control sobre todas las tareas y procedimientos que se ejecutan. Seguramente por ello, esta característica ha sido valorada como la más segura. Sin embargo, en los criterios de eficiencia y organización no ha quedado en primer lugar. Esto puede ser porque sea vista como una alternativa difícil de coordinar para un gran número de equipos en un espacio limitado. En el criterio implementación, esta alternativa ha resultado como la peor debido a que es la alternativa



que seguramente necesite mayor logística, como contratación de personal civil para completar los equipos con las capacidades necesarias.

Por otro lado, la alternativa de organización por separación de cometidos también podría ser una opción válida, ya que lo que este estudio sugiere es que esta alternativa es considerada menos segura que la alternativa de organización por equipos, pero esto no implica que no sea segura. Esta alternativa destaca por su mayor eficiencia, ya que el personal está especializado en un tipo de cometidos y por tanto no se tendrían que interrumpir las tareas de mantenimiento en base para realizar tareas de línea de vuelo. Por el mismo motivo, destaca en organización, pero para que esta alternativa funcione correctamente también es importante que tanto mantenimiento en base como línea de vuelo tengan su propio lugar de trabajo de manera que no se entorpezca el trabajo de unos y otros. Por tanto, su implementación queda limitada a las bases que tengan el espacio suficiente.

La alternativa de organización según necesidades ha quedado como la peor en las valoraciones en función de todos los criterios excepto en el de implementación. Esto resultaba esperable pues es la que se usa en la actualidad. Aunque esta forma de organización tiene como ventaja que es la más flexible de todas, sus desventajas son muy grandes con respecto a las demás. La principal, la de tener que atender a distintos cometidos teniendo que interrumpir las tareas, hace que pueda dar lugar a errores u olvidos, lo que va contra de la seguridad demás de las pérdidas de tiempo que esto genera.



## 5. CONCLUSIONES

El análisis de la normativa, documentación y entrevistas con personal especialista realizado en esta investigación ha permitido conocer la situación actual y la problemática a la que se enfrentan las Unidades Técnicas de Mantenimiento (UTM) de la Aviación del Ejército de Tierra (AVIET) en la actualidad. Entre ellas destaca que el aumento de capacidades operativas de las Unidades de Helicópteros ha acrecentado algunas carencias como la falta de personal o la falta de formación continuada que ya sufrían las UTM desde hace algunos años. A ello se suma la necesidad de obtener las Licencias de Mantenimiento (LMAM) por parte del personal, lo cual supondrá a su vez un cambio de las técnicas y procedimientos en el mantenimiento de aeronaves y el correspondiente esfuerzo que requerirá a todos los escalones de las UTM.

Dicho análisis se ha completado con la realización de encuestas al personal de producción, sirviendo para conseguir una valoración cualitativa más detallada de la situación, así como para plantear alternativas de solución y seleccionar los criterios con los que hacer una comparación de estas. Para esto último se ha empleado un modelo matemático que nos indique de forma objetiva cuál de las alternativas de organigrama de trabajo propuestas sería más beneficiosa y conveniente desde diferentes aspectos a considerar.

Los resultados han mostrado que la alternativa de organización por equipos consigue varios de los objetivos que se planteaban como necesarios para hacer frente a las necesidades de las UTM. Esta alternativa impulsa el trabajo coordinado de un equipo heterogéneo, con especialistas en mantenimiento de las diferentes escalas, aviónicos, mezcla de personal con mayor y menor experiencia, e incluso personal civil. Además, gracias a esto se consigue un aprendizaje cooperativo entre los integrantes que, junto con la propia formación proporcionada por parte de la organización, sería de gran ayuda para la obtención de las LMAM o la actualización de procedimientos en un menor tiempo. Otro aspecto muy importante es el intercambio de experiencia dentro del equipo, como ocurriría a la hora de trabajar con otros ejércitos en misiones o ejercicios internacionales, representando esta una pequeña manera de mejorar la interoperabilidad.

A la vista de lo desarrollado en el trabajo, los objetivos específicos propuestos para cada una de las fases temporales de la investigación se han conseguido superar satisfactoriamente, conduciendo al objetivo general que pretendía obtener un organigrama de trabajo que pueda aplicarse para minimizar la problemática detectada en las unidades en base a la actualización, modernización y aplicación de la normativa correspondiente.

Finalmente, como futuras líneas de trabajo se podría estudiar cómo sería la integración al sistema de mantenimiento de las UTM la más que probable asignación de los Sistemas de Aeronaves Controlados a Distancia (RPAS) a la AVIET, un tema que no se ha querido tratar por la falta de certeza en las noticias encontradas. Otra línea de trabajo interesante, teniendo en cuenta los costes que requiere formar al personal especialista en un modelo de helicóptero en concreto, podría dirigirse hacia la idoneidad de dar continuidad a estos especialistas en las unidades mas haya de los ascensos que exigen cambio de destino.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACAVIET, (2008). *Organización del mantenimiento en FAMET*. Colmenar Viejo: s.n.

ACAVIET (2013). *Generalidades del Mantenimiento*. Norma General 03/13. Colmenar viejo: s.n

NATO (2016). *Allied Tactical Publication 49. Use of helicopters in land operations*. Ed G Versión 1. NATO UNCLASIFIED.

CUD-Logística de la Defensa, (2019). *Funciones Logísticas. El Mantenimiento*. Zaragoza: s.n.

Ejército de Tierra, (2012). *Organización del Ejército de Tierra*. disponible en: <https://ejercito.defensa.gob.es/unidades/Madrid/famet/> [Último acceso: 10 09 2021].

FAA, (2014). *Operator's Manual. Human Factor in Aviation Maintenance*. Disponible en: [https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/about/initiatives/maintenance\\_hf/library/hf\\_ops\\_manual\\_2014.pdf](https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/about/initiatives/maintenance_hf/library/hf_ops_manual_2014.pdf)

Fuentes de la Orden, J. A., (2019). Una nueva especialidad fundamental. *Memorial de la Aviación del Ejército de Tierra*, Ed 1, pp. 8-14.

González, J. L., (2020). Los sistemas de gestión en las organizaciones de mantenimiento. *Memorial de Aviación del Ejército de Tierra*, Ed 2, pp. 95-102.

López, P., (2020). *Implantación de la normativa PERAM en unidades de helicópteros y RPAS*, Zaragoza: s.n.

Mando de Adiestramiento y Doctrina (2012). *Publicación Doctrinal Procedimientos Operativos de Helicópteros del Ejército de Tierra*. PD4-802. pp 1-1, 1-3.

Ministerio de Defensa, (2017). *Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares. PERAM 66*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Ministerio de Defensa, (2013). *Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares. PERAM 145*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Ministerio de Defensa, (2015). *Publicación Española de Requisitos de Aeronavegabilidad Militares. PERAM 147*. Madrid: Ministerio de Defensa.

Navarro de Castro, G., (2016). *Organización de un taller de reparación de helicópteros*.



*Implantación de la PERAM 145 en la Base de Armilla y propuestas de mejora*, San Javier: s.n.

OACI, (2003). *Directrices sobre factores humanos en el mantenimiento de aeronaves*, Montreal: s.n.

OACI, (2006). *Convenio sobre Aviación Civil Internacional*, Chicago: s.n.

OACI, (2007). *Plan global OACI para la seguridad operacional en la aviación civil*, Montreal: s.n.

Pérez, P. (2020). *Alternativas al Obús de Artillería de Campaña autopropulsado M-109 A5E*. Zaragoza: s.n. pp. 17-26

Saaty, T. L., (1980). *The Analytic Hierarchy Process. Priority Setting Resource Allocation*. 2 ed. California: McGraw-Hill.

Yepes, V., (2018). *Proceso Analítico Jerárquico*. Disponible en: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/27/proceso-analitico-jerarquico-ahp/> [Último acceso: 20 08 2021].

Vásquez, A., (2013). *Herramienta de ayuda a la decisión*. Versión 10.1, VI Curso superior de Logística de Materiales e infraestructura desarrollado bajo la supervisión del profesor Ruiz López, actualmente doctor docente en el Centro Universitario de la Defensa. Disponible en: <http://cud.unizar.es/cruizl> [Último acceso: 02/12/2021]

Visauta, B., (1989). *Técnicas de investigación social recogida de datos, promociones y publicaciones universitarias*. Barcelona: PPU.



## ANEXO I

### CUESTIONARIO SOBRE EL MANTENIMIENTO EN FAMET

**La realización de este cuestionario es totalmente voluntaria**

Nombre:

Empleo:

Años de experiencia:

1. ¿Cuál cree usted que es el principal reto al que se enfrentan las unidades de mantenimiento de FAMET en cuanto al personal? Razone su respuesta.
  - a. La obtención de las licencias de mantenimiento según PERAM 66.
  - b. La adaptación de los mecánicos a sistemas modernos con más electrónica.
  - c. Otros.
  
2. Según su respuesta anterior, ¿cree usted que podría afectar a corto plazo a la operatividad de las unidades de FAMET? En caso afirmativo, tiene alguna idea de cómo se podría solucionar a su nivel.
  - a. Sí.
  - b. No.
  
3. A la hora de asignar una tarea de mantenimiento en el taller, ¿qué prevalece?
  - a. La experiencia sin importar el empleo.
  - b. El empleo sin importar la experiencia.
  - c. Es indiferente.
  

¿Está de acuerdo con esta asignación? Razone su respuesta.

  
4. ¿Por qué se produce el exceso de carga de trabajo en su taller de mantenimiento? Razone su respuesta.
  - a. Falta de previsión de las capacidades de la unidad.
  - b. Falta de personal.
  - c. Falta de eficiencia.
  
5. La aviónica está adquiriendo un papel cada vez más importante en los helicópteros modernos. ¿Podría realizar un aviónico algunas de las tareas que realizan hoy los mecánicos? Razone su respuesta.



- A) Si.  
B) No.

6. ¿Se dedica tiempo a la formación o actualización de los mecánicos? En caso negativo, ¿por qué cree usted?

- A) Si.  
B) No.

7. Si pudiera cambiar la orgánica de los mecánicos de la sección de producción de su unidad de mantenimiento, ¿cambiaría algo?

8. ¿Ordene del 1 al 5 los criterios que usted considera más importantes en su unidad de mantenimiento? Complete la tabla considerando el 1 el más importante y 5 el menos importante:

- A. Eficacia  
B. Eficiencia  
C. Seguridad  
D. Ambiente de trabajo  
E. Organización

1.
2.
3.
4.
5.

9. Indique cualquier tipo de aspecto o sugerencia que considere relevante en relación a las preguntas y temática del cuestionario y que no hayan sido abordados en las preguntas anteriores.

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**



## ANEXO II

### ALTERNATIVAS DE ORGANIGRAMA FUNCIONAL DE TRABAJO PARA EL PERSONAL DE TALLER ENCUADRADO EN LA SECCIÓN DE CONTROL DE PRODUCCIÓN EN LAS UTM DE FAMET

CUESTIONARIO DE VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS, CRITERIOS Y SUBCRITERIOS  
PARA ANÁLISIS MEDIANTE EL MÉTODO AHP (PROCESO ANALITICO JERÁRQUICO)

La realización de este cuestionario es totalmente voluntaria.

EMPLEO:

NOMBRE Y APELLIDOS:

### ALTERNATIVAS Y CARACTERÍSTICAS

#### A. Organización por equipos de trabajo

- Autonomía del equipo.
- Fácil asignación de cometidos.
- Existencia de una figura responsable dentro de cada equipo.
- Aprendizaje cooperativo.
- Control en todos los aspectos (tareas y personal).

#### B. Organización por separación de cometidos: en apoyo en tierra y línea de vuelo

- Especialización: personal muy capacitado en un tipo de cometido.
- Fácil aprendizaje del cometido.
- Rápida adaptación.
- Asunción gradual de responsabilidades.
- Personal más experimentado en línea de vuelo

#### C. Organización según necesidades.

- Multitarea: personal capacitado para realizar distintos cometidos.
- Flexibilidad para programar las tareas.
- Costumbre y conocimiento de la forma de trabajo por parte del personal.
- Rápida adquisición de experiencia.
- Autonomía del personal.

### EVALUACIÓN DE CRITERIOS



## SEGURIDAD

Hace referencia a que la realización de los cometidos esté configurada de tal manera que se minimicen las amenazas y los riesgos que puedan provocar incidentes o accidentes en vuelo.

## EFICIENCIA

Hace referencia al empleo del mínimo personal y tiempo en la realización de los cometidos.

## ORGANIZACIÓN

Hace referencia a la coordinación efectiva en la realización de cometidos.

## IMPLEMENTACIÓN

Hace referencia a la facilidad de puesta en marcha.

En cada fila de la siguiente tabla queremos comparar dos criterios entre sí (por ejemplo, la primera fila compara *Seguridad* con *Eficiencia*). Marque con una **X** en cada comparación el criterio que considere más importante para la configuración de un organigrama de trabajo en el taller. A continuación, usando la *Tabla de valoración* de la última página, valore cuánto de importante considera el criterio escogido frente al otro y complete la columna de *Valoración*.

Comparación de criterios			Valoración
	Seguridad	Eficiencia	
	Seguridad	Organización	
	Seguridad	Implementación	
	Eficiencia	Organización	
	Eficiencia	Implementación	
	Organización	Implementación	

## EVALUACIÓN DE SUBCRITERIOS DE SEGURIDAD

### Detección errores

Detección y corrección temprana de errores en la ejecución de las tareas.

### Control de competencias y procedimientos

Facilidad de llevar un control de las competencias del personal y de la exactitud en la ejecución de los procedimientos.

### Control de factores estresantes



Ayuda a reducir y reconocer factores estresantes.

En cada fila de la siguiente tabla queremos comparar dos subcriterios entre sí. Marque con una **X** en cada comparación el subcriterio que considere más importante. A continuación, usando la *Tabla de valoración* de la última página, valore cuánto de importante considera el criterio escogido frente al otro y complete la columna de *Valoración*.

Comparación de subcriterios			Valoración
	Detección de errores	Control de competencias y procedimientos	
	Detección de errores	Control de factores estresantes	
	Control de competencias y procedimientos	Control de factores estresantes	

## EVALUACIÓN DE SUBCRITERIOS DE EFICIENCIA

### Control de la productividad

Facilidad para llevar un control de horas efectivas de trabajo y de duración de tareas.

### Empleo de personal

Utilización el personal mínimo indispensable en la realización de cometidos.

### Tiempo empleado

Utilización del tiempo mínimo indispensable para realización de cometidos.

En cada fila de la siguiente tabla queremos comparar dos subcriterios entre sí. Marque con una **X** en cada comparación el subcriterio que considere más importante. A continuación, usando la *Tabla de valoración* de la última página, valore cuánto de importante considera el criterio escogido frente al otro y complete la columna de *Valoración*.

Comparación de subcriterios			Valoración
	Control de la productividad	Empleo de personal	
	Control de la productividad	Tiempo empleado	
	Empleo de personal	Tiempo empleado	

## EVALUACIÓN DE SUBCRITERIOS DE ORGANIZACIÓN



### Coordinación entre personal

Organización optima en tiempo y lugar del personal para la realización de tareas.

### Coordinación entre tareas

Facilita la realización de tareas sin impedir otras.

### Coordinación de los recursos materiales

Organización en el uso de recursos (herramientas, hangares, maquinaria, ordenadores, etc.) de manera que su uso no impida que se realicen otras tareas por falta de estos.

En cada fila de la siguiente tabla queremos comparar dos subcriterios entre sí. Marque con una **X** en cada comparación el subcriterio que considere más importante. A continuación, usando la *Tabla de valoración* de la última página, valore cuánto de importante considera el criterio escogido frente al otro y complete la columna de *Valoración*.

Comparación de subcriterios			Valoración
	Coordinación del personal	Coordinación de las tareas	
	Coordinación del personal	Coordinación de los recursos materiales	
	Coordinación de las tareas	Coordinación de los recursos materiales	

## EVALUACIÓN DE SUBLIMITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN

### Necesidades logísticas

Valorada positivamente como la alternativa que menos recursos adicionales requiera para su puesta en marcha

### Tiempo necesario

Valorada positivamente como la alternativa que menos tiempo requiera para su puesta en marcha

### Acogida

Valorada positivamente como la alternativa que menos rechazo produce al personal.

En cada fila de la siguiente tabla queremos comparar dos subcriterios entre sí. Marque con una **X** en cada comparación el subcriterio que considere más importante. A continuación, usando la *Tabla de valoración* de la última página, valore cuánto de importante considera el criterio escogido frente al otro y complete la columna de *Valoración*.

Comparación de subcriterios	Valoración



	Necesidades logísticas	Tiempo necesario		
	Necesidades logísticas	Acogida		
	Tiempo necesario	Acogida		

### EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En función de las características de las alternativas (A, B o C), los criterios y subcriterios descritos al principio del cuestionario, marque con una **X** en la siguiente tabla la alternativa que considere que se adapta o cumple mejor cada subcriterio. A continuación, valore cuánto de importante considera la alternativa escogida para cada criterio en comparación al resto, y complete la columna de *Valoración* usando la *Tabla de valoración* de la última página.

- A. Organización por equipos de trabajo.
- B. Organización por separación de cometidos.
- C. Organización según necesidades.

Subcriterios	A	B	C	Valoración
Detección de errores				
Control de competencias y procedimientos				
Control de factores estresantes				
Control de productividad				
Empleo de personal				
Tiempo empleado				
Coordinación entre personal				
Coordinación entre tareas				
Coordinación de los recursos				
Necesidades logísticas				
Tiempo necesario				
Acogida				

*Tabla de valoración*



VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio escogido es igual de importante que el otro criterio
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio escogido.
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio escogido.
7	Importancia muy grande	El criterio escogido es mucho más importante que el otro
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio escogido está fuera de toda duda.
2, 4, 6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores.	

**FIN DEL CUESTIONARIO**

**MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**



## ANEXO III

### TABLAS DE VALORACIÓN OBTENIDAS

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Detección de errores*

Detección de errores	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	5	5	0.71
Separación de cometidos	1/5	1	1	0.14
Asignación según necesidades	1/5	1	1	0.14
				RI = 0

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Control de competencias y procedimientos*

Control de competencias y procedimientos	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	3	5	0.63
Separación de cometidos	1/3	1	3	0.26
Asignación según necesidades	1/5	1/3	1	0.11
				RI = 0.0334

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Control de factores estresantes*

Control de factores estresantes	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	3	3	0.63
Separación de cometidos	1/3	1	3	0.26
Asignación según necesidades	1/5	1/3	1	0.11
				RI = 0.0334



*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Control de productividad*

Control de productividad	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	1/7	1	0.11
Separación de cometidos	7	1	7	0.78
Asignación según necesidades	1	1/7	1	0.11
				<b>RI = 0</b>

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Empleo de personal*

Empleo de personal	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	3	5	0.63
Separación de cometidos	1/3	1	3	0.26
Asignación según necesidades	1/5	1/3	1	0.11
				<b>RI = 0.0334</b>

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Empleo de tiempo*

Empleo de tiempo	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	1/7	1	0.11
Separación de cometidos	7	1	7	0.78
Asignación según necesidades	1	1/7	1	0.11
				<b>RI = 0</b>



*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Coordinación entre personal*

Coordinación entre personal	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	1	5	0.45
Separación de cometidos	1	1	5	0.45
Asignación según necesidades	1/5	1/5	1	0.09
				RI = 0

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Coordinación entre tareas*

Coordinación entre las tareas	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	1/3	3	0.26
Separación de cometidos	3	1	5	0.63
Asignación según necesidades	1/3	1/5	1	0.11
				RI = 0.0334

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio Coordinación de los recursos materiales*

Coordinación de los recursos materiales	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades	PESOS (w)
Equipos de trabajo	1	1/3	3	0.26
Separación de cometidos	3	1	5	0.63
Asignación según necesidades	1/3	1/5	1	0.11
				RI = 0.0334



*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio de Necesidades logísticas*

<b>Necesidades logísticas</b>	<b>Equipos de trabajo</b>	<b>Separación de cometidos</b>	<b>Asignación según necesidades</b>	<b>PESOS (w)</b>
<b>Equipos de trabajo</b>	1	1/5	1/5	0.09
<b>Separación de cometidos</b>	5	1	1	0.45
<b>Asignación según necesidades</b>	5	1	1	0.45
				<b>RI = 0</b>

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio de Tiempo necesario*

<b>Tiempo necesario</b>	<b>Equipos de trabajo</b>	<b>Separación de cometidos</b>	<b>Asignación según necesidades</b>	<b>PESOS (w)</b>
<b>Equipos de trabajo</b>	1	1/7	1/9	0.06
<b>Separación de cometidos</b>	7	1	1	0.45
<b>Asignación según necesidades</b>	9	1	1	0.49
				<b>RI = 0.0061</b>

*Matriz de valoración de alternativas en función del subcriterio de Acogida*

<b>Acogida</b>	<b>Equipos de trabajo</b>	<b>Separación de cometidos</b>	<b>Asignación según necesidades</b>	<b>PESOS (w)</b>
<b>Equipos de trabajo</b>	1	7	3	0.67
<b>Separación de cometidos</b>	1/7	1	1/3	0.09
<b>Asignación según necesidades</b>	1/3	3	1	0.24
				<b>RI = 0.0061</b>



*Matriz de valoración de los subcriterios de Seguridad*

Seguridad	Detección de errores	Control de competencias y procedimientos	Control de factores estresantes	PESOS (W)
Detección de errores	1	1/5	1/3	0.11
Control de competencias y procedimientos	5	1	1	0.48
Control de factores estresantes	3	1	1	0.41
				RI = 0.0251

*Matriz de valoración de los subcriterios de Eficiencia*

Eficiencia	Control de la productividad	Empleo de personal	Empleo de tiempo	PESOS (W)
Control de la productividad	1	3	5	0.63
Empleo de personal	1/3	1	3	0.26
Empleo de tiempo	1/5	1/3	1	0.11
				RI = 0.0334

*Matriz de valoración de los subcriterios de Organización*

Organización	Coordinación entre personal	Coordinación entre tareas	Coordinación en el uso de los recursos materiales	PESOS (W)
Coordinación entre personal	1	1/5	1/3	0.11
Coordinación entre tareas	5	1	1	0.48
Coordinación de los recursos materiales	3	1	1	0.41
				RI = 0.0251



*Matriz de valoración de los subcriterios de Implementación*

Implementación	Necesidades logísticas	Tiempo necesario	Acogida	PESOS (W)
Necesidades logísticas	1	1	5	0.48
Tiempo necesario	1	1	3	0.41
Acogida	1/5	1/3	1	0.11
				RI = 0.0251

*Matriz de valoración de criterios*

CRITERIOS	Seguridad	Eficiencia	Organización	Implementación	PESO (w)
Seguridad	1	9	9	9	0.72
Eficiencia	1/9	1	3	3	0.15
Organización	1/9	1/3	1	1	0.06
Implementación	1/9	1/3	1	1	0.06
					RI=0.059

En base a todas estas tablas, se presenta en la siguiente página la tabla de ponderación final.



*Tabla de ponderación final*

CRITERIOS/SUBCRITERIOS	PESOS (w)	Equipos de trabajo	Separación de cometidos	Asignación según necesidades
<b>Seguridad</b>	<b>0.72</b>	<b>0.64</b>	<b>0.25</b>	<b>0.11</b>
Detección de errores	0.11	0.71	0.14	0.14
Control de competencias y procedimientos	0.48	0.63	0.26	0.11
Control de factores estresantes	0.41	0.63	0.26	0.11
<b>Eficiencia</b>	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>	<b>0.64</b>	<b>0.11</b>
Control de productividad	0.63	0.11	0.78	0.11
Empleo de personal	0.26	0.63	0.26	0.11
Tiempo empleado	0.11	0.11	0.78	0.11
<b>Organización</b>	<b>0.06</b>	<b>0.28</b>	<b>0.61</b>	<b>0.10</b>
Coordinación entre personal	0.11	0.45	0.45	0.09
Coordinación entre tareas	0.48	0.26	0.63	0.11
Coordinación de los recursos materiales	0.41	0.26	0.63	0.11
<b>Implementación</b>	<b>0.06</b>	<b>0.14</b>	<b>0.41</b>	<b>0.44</b>
Necesidades logísticas	0.48	0.09	0.45	0.45
Tiempo necesario	0.41	0.06	0.45	0.49
Acogida	0.11	0.67	0.09	0.24
<b>Ponderación final</b>		<b>0.53</b>	<b>0.34</b>	<b>0.13</b>