



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

# Formación física y eficacia operativa en pilotos de helicópteros

Autor

**CAC Sergio Montero Sánchez**

Directores

Director académico: Dr. D. Luis Ángel Medrano Adán

Director militar: Comandante D. Daniel Blanco Vega

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar

2021



PAGINA INTENCIONALMENTE EN BLANCO



## Agradecimientos

En primer lugar, agradecer el esfuerzo, apoyo e implicación de todas las personas que, de manera directa o indirecta, han hecho posible la realización de este trabajo, militares y civiles de diferentes unidades, especialmente a la ACAVIET y el ALA 78.

En segundo lugar, agradecer a mis directores de TFG, Dr. D. Luis Ángel Medrano Adán y Comandante D. Daniel Blanco Vega, por su guía y orientación durante todos estos meses de realización del trabajo.

Agradecer también a mis compañeros y amigos, profesores y personal militar y civil de la AGM, con los que he compartido buenos momentos y con los que he adquirido grandes valores.

Y a mi familia, por su apoyo constante en cada fase de este camino.



## RESUMEN

Pese al gran desarrollo tecnológico de los últimos años, la preparación del personal sigue siendo esencial en las Fuerzas Armadas españolas. Entre las distintas actividades esenciales que todo militar ha de realizar se encuentra la formación física. En el caso del Ejército de Tierra, cada unidad y, sobre todo, cada especialidad fundamental, realiza unas labores específicas, que requieren de unas capacidades y características determinadas y las cuales deben ser trabajadas continuamente.

Sin embargo, en ocasiones, la formación física no está correctamente planificada, centrándose en el objetivo final de las pruebas físicas agrupadas en el Test General de la Condición física (TGCF). Estas pruebas, aunque son completas por abordar todas las cualidades físicas, carecen de especificidad respecto al trabajo realizado y que, en el caso de los pilotos de helicópteros, se centra principal y concretamente, en la propia aeronave.

El objetivo principal de este trabajo consiste en el análisis de los elementos y estímulos que pueden dañar y limitar la eficacia operativa de los pilotos militares de helicópteros. Una vez conocidos, deben ser abordados y minimizados, por un lado, mediante el uso de los medios disponibles en las unidades; y por el otro, con una adecuada formación física. Además, tras ello, se pretende buscar y valorar posibles medidas que mejoren la condición de los pilotos de helicópteros respecto a esas patologías que puedan padecer.

Para la realización del trabajo se ha hecho uso de metodologías cualitativas y cuantitativas. En primer lugar, se ha llevado a cabo el estudio del estado del arte, analizándose múltiples investigaciones e informes relacionados con el tema, tanto del ámbito civil como militar, aunque priorizando este último. Además, se realizaron entrevistas y encuentros con personal experto, siendo todo ello base para la elaboración y realización de una encuesta, cuyos resultados fueron analizados estadísticamente para conocer la opinión de los pilotos de diferentes unidades de helicópteros del ejército español. Posteriormente, se aplicó el método multicriterio *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para la evaluación de varias alternativas de mejora y la posterior elección de la alternativa óptima.

Las principales conclusiones extraídas fueron que las afecciones más frecuentes son de tipo musculoesquelético, especialmente en la zona lumbar y cervical. Por este motivo la realización de ejercicios físicos para el fortalecimiento específico ha de centrarse en ambas regiones, teniendo en cuenta que nunca se puede dejar de lado el resto de actividades físicas, puesto que un acondicionamiento físico general va en beneficio de otros problemas del vuelo - como la fatiga y el estrés- y; además, es condición intrínseca al militar.

Por último, con la aplicación del método AHP, se determinó que el establecimiento de zonas de consulta y atención médica en las bases de helicópteros podría mejorar la condición de los pilotos. Además, esto se podría combinar con el perfeccionamiento de la formación física en las unidades, mediante la adaptación de las instalaciones para la actividad física y la creación de planes de entrenamiento específicos para pilotos.

## Palabras clave

Piloto de helicópteros, militar, eficacia operativa, formación física, salud.



## ABSTRACT

Despite the development of the technology in the recent years, the preparation of personnel is still essential in the Spanish Armed Forces. Among the different essential activities that every soldier must do is the physical training. In the case of the Spanish Army, each unit and branch perform specific tasks, which require certain capabilities and characteristics that be train continuously.

However, occasionally, physical training in military units is not correctly planned, focusing on the final physical tests of the Army. These, although varied and complete, they have a lack of specificity regarding the work done by that concrete unit. In the case of helicopter pilots, it is mainly focused on the aircraft.

The main objective consists of the analysis of the elements and negative things that can damage and limit the operational efficiency in the military helicopter pilots, in order to know these problems and try to prevent them through resources available in military units and with an adequate physical training. In addition, after that, it is intended to seek and assess possible courses of action that improve the condition of helicopter pilots regarding those pathologies they may suffer because of their work.

Qualitative and quantitative methodologies have been used to carry out this work. It was firstly done the study of the state of the art, analyzing multiple investigations and reports related to the topic, both from the civil and military fields, although prioritizing the last one. In addition, interviews and meetings with experts were done, which were the base for the preparation and completion of a survey, which results were statistically analyzed to find out the opinion of the pilots of different helicopter units of the Spanish army. Subsequently, the multicriteria Analytic Hierarchy Process (AHP) method was applied for the evaluation of some improvement alternatives and the later choice of the optimal alternative.

The main conclusions brought from the study included that the most common pathologies are musculoskeletal, especially in the lumbar and cervical areas. Therefore, physical exercises for specific strengthening must focus on both areas. However, the rest of the physical activities should not be leaven apart, since general physical conditioning is beneficial for other flight problems such as fatigue and stress, and because it is also essential in the military.

Finally, applying the AHP method, it was determined that the condition of the pilots could be improved by establishing a consultation and medical attention areas in the helicopter bases. Besides, the development of physical training through the improvement of facilities for physical activity and the creation of specific training plans for pilots could be an important action to be carried out.

## KEYWORDS

Helicopter pilot, military, operational efficiency, physical training, health.



## INDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>II</b>
<b>Palabras clave</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>KEYWORDS</b> .....	<b>III</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Objetivos y alcance</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Metodología</b> .....	<b>2</b>
<b>2. ESTADO DEL ARTE</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. Medicina aeronáutica y patologías generales en pilotos</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2. Afecciones específicas de los pilotos de helicópteros</b> .....	<b>4</b>
2.2.1. Espalda y región lumbar. ....	4
2.2.2. Región cervical.....	8
2.2.3. Fatiga y estrés.....	9
<b>2.3. Relación entre formación física y actividades aeronáuticas</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4. Ejercicio físico y afecciones en pilotos de helicópteros</b> .....	<b>11</b>
<b>2.5. Nutrición en el ejército y la aviación</b> .....	<b>12</b>
<b>3. ANÁLISIS Y RESULTADOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1. Entrevistas</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2. Encuesta</b> .....	<b>14</b>
3.2.1. Preguntas sobre el vuelo. ....	15
3.2.2. Preguntas sobre las patologías.....	19



3.2.3.	Preguntas sobre la formación física.....	21
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DE MEDIDAS MEDIANTE METODOLOGÍA AHP .....</b>	<b>23</b>
4.1.	Descripción del método AHP .....	23
4.2.	Aplicación del método AHP.....	25
4.3.	Resultados de la aplicación del método AHP .....	28
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS.....</b>	<b>30</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>37</b>
	<b>Anexo A. Cuestionario formación física y eficacia operativa en pilotos de helicópteros.</b>	<b>38</b>
	<b>Anexo B. Respuestas al cuestionario. ....</b>	<b>48</b>
	<b>Anexo C. Contrastes estadísticos del cuestionario. ....</b>	<b>63</b>
	<b>Anexo D. Aplicación del método AHP.....</b>	<b>76</b>
	<b>Anexo E. Propuesta de ejercicios para la región del cuello o cervical. ....</b>	<b>79</b>
	<b>Anexo F. Propuesta de ejercicios para la región lumbar. ....</b>	<b>81</b>
	<b>Anexo G. Recomendaciones nutricionales para la alimentación en entorno aeronáutico.</b> <b>.....</b>	<b>87</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alféreces de cuarto curso de AVIET se instruyen en la cámara hipobárica del Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial (CIMA) durante el curso 2020-2021. Fuente: Elaboración propia. ....	3
Figura 2: Anatomía del tronco superior de un ser humano. Fuente: Museo Anatómico Pedro Ara ( <a href="http://www.museoara.fcm.unc.edu.ar/qr/el-esqueleto-humano/">http://www.museoara.fcm.unc.edu.ar/qr/el-esqueleto-humano/</a> ). ....	4
Figura 3. Disposición ergonómica del piloto en el modelo EC-120 (Colibrí). ....	7
Figura 4. Diferentes regiones en las que se divide el cuello. Fuente: Web enfermeria.top. ( <a href="https://enfermeria.top/apuntes/anatomia/cuello/">https://enfermeria.top/apuntes/anatomia/cuello/</a> ). ....	8
Figura 5. Casco de vuelo GENTEX HGU-56/P con su manual de uso. Fuente: Fotografías de elaboración propia. ....	9
Figura 6. Ley de Yerkes-Dodson o de la U invertida. Fuente: Ministerio de Sanidad España. Bienestar Emocional. ....	10
Figura 7. Características de los encuestados. Fuente: Elaboración propia. ....	15
Figura 8. Respuestas a las cuestiones 7 y 8. Fuente: Elaboración propia. ....	16
Figura 9. Distribución de la carga física y mental. Fuente: Elaboración propia. ....	17
Figura 10. Horas de sueño del personal encuestado. Fuente: Elaboración propia. ....	18
Figura 11. Relación entre horas de sueño y riesgo relativo de mortalidad. Fuente: Shen et al. (2016) p. 4. ....	18
Figura 12. Partes afectadas por el vuelo con helicópteros según los encuestados. ....	19
Figura 13. Respuestas a las preguntas 16 y 17. Fuente: Elaboración propia. ....	20
Figura 14. Atribuciones de las causas de las molestias en los pilotos encuestados. ....	20
Figura 15. Accesorios utilizados por los encuestados durante el vuelo. Fuente: Elaboración propia. ....	21
Figura 16. Opinión de los encuestados sobre la formación física en sus unidades. ....	22
Figura 17. Respuestas a la cuestión sobre las recomendaciones nutricionales previas al vuelo. ....	22
Figura 18. Diagrama conceptual del método AHP. Fuente: Elaboración propia. ....	24
Figura 19. Árbol jerárquico del método AHP. Fuente: Elaboración propia. ....	28
Figura 20. Tabla de inversión. Fuente: Elaboración propia. ....	31



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios epidemiológicos sobre el dolor lumbar y cervical en tripulaciones de helicópteros. Fuente: Department of Defense of the USA, "Study on Health of Helicopter and Tiltrotor Pilots", 2017, p. 11 .....	6
Tabla 2. Frecuencia de vibración y sus efectos. Ejemplos de efectos de WBV conocidos. Fuente: Ballard et al., 2020, p. 5. ....	7
Tabla 3. Efectos beneficiosos derivados del entrenamiento físico. Fuente: Velasco (2013). Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial (CIMA), p. 85. ....	11
Tabla 4: Escala fundamental de Saaty, traducida de Saaty (1987), p. 163.....	25
Tabla 5: Resultados método AHP. Fuente: Elaboración propia. ....	28



## ABREVIATURAS, SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- ACAVIET**: Academia de la Aviación del Ejército de Tierra
- AGM**: Academia General Militar
- AHP**: *Analytic Hierarchy Process*
- ALA**: Grupo de Fuerza Aérea
- AVIET**: Aviación del Ejército de Tierra
- BHELMA**: Batallón de Helicópteros de Maniobra
- CAC**: Caballero Alférez Cadete
- CIMA**: Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial
- CUD**: Centro Universitario de la Defensa
- CSDM**: Consejo Superior del Deporte Militar
- Dr.**: Doctor
- EA**: Ejército del Aire
- ET**: Ejército de Tierra
- ENT**: Enfermedades No Transmisibles
- FAMET**: Fuerzas Aeromóviles del Ejército de Tierra
- FAS**: Fuerzas Armadas
- GC**: Guardia Civil
- GVN**: Gafas de Visión Nocturna
- IFR**: *Instrumental Flight Rules*
- IT**: Instrucción Técnica
- MADOC**: Mando de Adiestramiento y Doctrina
- MINISDEF**: Ministerio de Defensa
- OACI**: Organización de la Aviación Civil Internacional
- OMS**: Organización Mundial de la Salud
- RAE**: Real Academia Española
- RI**: Razón de Inconsistencia
- RROO**: Reales Ordenanzas
- SENASA**: Servicios y Estudios para la Navegación Aérea y la Seguridad Aeronáutica
- SMS**: *Safety Management System*
- TFG**: Trabajo de Fin de Grado
- TGCF**: Test General de la Condición Física
- USA**: *United States of America*
- VFR**: *Visual Flight Rules*



# 1. INTRODUCCIÓN

Esta memoria forma parte del Trabajo de Fin de Grado (TFG) llevado a cabo en el quinto curso de la Ingeniería en Organización Industrial impartido por el Centro Universitario de la Defensa (CUD) en la Academia General Militar (AGM). La presente memoria muestra los resultados del análisis realizado por el Caballero Alférez Cadete (CAC) Sergio Montero Sánchez sobre cómo se ven afectados los pilotos de helicópteros por el entorno en el que desarrollan su labor.

En el Ejército de Tierra (ET), la formación física es un pilar básico en la formación y el desarrollo de las capacidades de los militares. Se entrena cada día con el objetivo de desarrollar las cualidades básicas de resistencia, fuerza y velocidad, y se evalúa cada año mediante el Test General de la Condición Física (TGCF).

Cada especialidad y tipo de unidad del ET tiene unas misiones y objetivos concretos, que en su conjunto y sinergia proporcionan la eficacia operativa necesaria del ejército en su totalidad. De esta forma, los estímulos y condiciones físicas y mentales a los que se somete el personal están íntimamente relacionados con la función que desempeñan y el entorno donde desarrollan sus misiones.

Así, los pilotos de helicópteros desarrollan su labor en un medio muy específico, por lo que se hace necesario un análisis de los aspectos concretos que les afectan y reducen su eficacia operativa, centrándose especialmente en las actividades de vuelo. Sin embargo, habitualmente, las unidades se centran en la superación del TGCF, descuidando la mejora de las capacidades específicas requeridas.

Para finalizar, se puede pensar que la exigencia física y mental que el pilotaje exige no es comparable a la que realiza una unidad de infantería ligera en su instrucción diaria o en operaciones. Sin embargo, el trabajo con helicópteros conlleva un alto grado de esfuerzo físico y mental. Por esta razón, muchos pilotos desarrollan dolores y lesiones a lo largo de su carrera aeronáutica, lo que lleva a la disminución de las capacidades operativas de este colectivo, y, por ende, de las Fuerzas Armadas (FAS).

## 1.1. Objetivos y alcance

El fin último del presente trabajo es la mejora de la eficacia operativa de los pilotos de helicópteros. Para ello, se establecieron los siguientes objetivos:

- I. Analizar y determinar cuáles son los diferentes estímulos nocivos, tanto físicos como mentales, encontrados en el entorno aeronáutico a los que se exponen los pilotos.
- II. Analizar las lesiones y condiciones físicas y mentales más comunes que sufren los pilotos de ala rotatoria en relación con los estímulos nocivos estudiados.
- III. Proponer acciones de mejora para minimizar y prevenir las afecciones derivadas de la actividad aeronáutica con helicópteros: propuesta de ejercicios físicos o planes de entrenamiento y mejora de los servicios en las unidades militares.



Dado el entorno en el que trabajan los pilotos de helicópteros, especialmente los pilotos militares, este proyecto trata de identificar y analizar los posibles estímulos dañinos a los que se exponen, así como sus causas más probables.

De este modo, se pretende proporcionar información a los pilotos de helicópteros, y todo personal implicado en el vuelo, acerca de cuáles son esos estímulos nocivos -y sus causas- para una posterior prevención o recuperación (en caso de una lesión ya desarrollada).

## 1.2. Metodología

Los métodos cualitativos empleados son los siguientes:

- Estudio del estado del Arte y revisión documental: centrado en el análisis del entorno al que se exponen los pilotos de helicópteros durante el vuelo. La búsqueda y obtención de información se ha basado en el uso de fuentes abiertas (internet) y de fuentes restringidas -intranet y servicio de documentación del Mando de Adiestramiento y Doctrina (MADOC)-. El tipo de documentos estudiados han sido principalmente bibliografía sobre la anatomía humana y, especialmente, informes y estudios realizados en el entorno militar de otros países.
- Entrevistas: encuentros con personal especializado en el ámbito de helicópteros y de la medicina aeronáutica.
- Encuestas: se efectuó una encuesta a pilotos presentes en las Fuerzas Armadas españolas encuadrados en los tres ejércitos y la guardia civil, con el fin de obtener información del ámbito militar español.

Por otro lado, las metodologías cuantitativas han combinado herramientas estadísticas y métodos de teoría de decisión. En primer lugar, se ha realizado el análisis estadístico de los datos de la encuesta. Esto ha permitido analizar los factores que afectan negativamente a los pilotos (a nivel físico y mental) y conocer su opinión sobre la formación física (en cuanto a planificación, desarrollo y recursos -materiales y humanos-). Todos los datos empleados en estos análisis proceden del cuestionario y las entrevistas realizadas por el alumno.

Por último, se empleó el método de decisión multicriterio AHP para proponer acciones de mejora mediante la elección de la mejor alternativa. De esta forma se obtuvieron conclusiones sobre el actual estado de las unidades de helicópteros en España y que permitieron determinar posibles líneas futuras con el objetivo de la mejora de la eficacia operativa.

## 2. ESTADO DEL ARTE

Las labores que realizan las Fuerzas Armadas suponen que en determinadas ocasiones se produzcan accidentes e incidentes entre el personal que las conforman. La mayoría de estos accidentes se refieren a lesiones físicas consistentes en dislocaciones, esguinces y torceduras (derivadas de la intensa actividad física), siendo un 41,03 % de siniestralidad laboral en 2019, según la memoria del Ministerio de Defensa (MINISDEF) del año 2019. En el ámbito de los pilotos de helicópteros militares, estos se exponen a unos estímulos nocivos específicos que pueden producir lesiones y afecciones, por lo que conviene que sean analizados.



## 2.1. Medicina aeronáutica y patologías generales en pilotos.

La creación de la aeronáutica fue seguida por el desarrollo de la medicina en este campo, que adquirió gran importancia por la especificidad que requerían los conocimientos y recursos del medio aéreo. De este modo, por ejemplo, en los años cincuenta en España se hizo necesario el empleo de técnicas específicas psicológicas para la selección de aspirantes a pilotos (Rodríguez, 2012).

Actualmente, la medicina aeronáutica está enfocada en determinar cómo se ven afectadas las tripulaciones aéreas en el vuelo y tratar de prevenir y minimizar las afecciones negativas a las que se ven expuestos. La Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI) asegura que “el ser humano es el elemento más importante del sistema de aviación, y la salud y competencia de la tripulación son condiciones ineludibles para un vuelo seguro y eficiente” (OACI, 2012, p. 89).

Existen determinados factores que afectan de manera común a los pilotos, independientemente de la aeronave, y condicionan el desarrollo del vuelo. Entre estas afecciones generales se encuentran la hipoxia<sup>1</sup>, la desorientación espacial y los disbarismos o barotraumatismos<sup>2</sup>, causados por los cambios en la presión del aire atmosférico, la dilatación de los gases y la ausencia o deformación de referencias visuales como consecuencia del vuelo, respectivamente. No obstante, estas afecciones no suelen darse con frecuencia en pilotos de helicópteros, sino más bien en aviones de gran maniobrabilidad y destinados al combate (Moreno, 2018). Sin embargo, las tripulaciones aéreas de cualquier tipo de aeronave deberían instruirse para conocer los síntomas, las sensaciones subjetivas y las formas generales de minimizarlas y así enfrentarse a ellas en situaciones reales (figura 1), puesto que en ocasiones podría darse en otro tipo de aeronaves en las que no es frecuente (Coronel Fonseca et al., 2015).



*Figura 1. Alféreces de cuarto curso de AVIET se instruyen en la cámara hipobárica del Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial (CIMA) durante el curso 2020-2021. Fuente: Elaboración propia.*

---

<sup>1</sup> La hipoxia es un estado en el que la cantidad de oxígeno necesario para el correcto funcionamiento del organismo comienza a disminuir. En el ámbito de la aeronáutica la hipoxia se produce por el descenso de la presión atmosférica al aumentar la altitud de la aeronave.

<sup>2</sup> Los disbarismos son cambios fisiopatológicos en el organismo debidos a variaciones en la presión ambiental.



## 2.2. Afecciones específicas de los pilotos de helicópteros.

Las alteraciones musculoesqueléticas se consideran la principal patología en el ámbito de los pilotos de helicópteros (Truszczyńska et al., 2012). A continuación, se presentan los problemas y zonas más importantes que afectan a los pilotos de este tipo de aeronave.

### 2.2.1. Espalda y región lumbar.

La columna vertebral (o espina dorsal) es una estructura elástica con gran capacidad de movimiento y es considerada como el eje central del cuerpo, por lo que también es una de las zonas que más estrés y carga recibe. Está compuesta por elementos óseos (las vértebras) y blandos (como ligamentos y nervios). Además, es fundamental para el mantenimiento de la posición bípeda y la protección de la médula y ciertos órganos (Hoppenfeld, 1999).

Existen cinco zonas diferenciadas en la columna vertebral: cervical, torácica, lumbar, sacra y coccígea. Cada región tiene un número determinado de vértebras, las cuales se separan mediante los discos intervertebrales, que están sometidos a presiones y depresiones, transmitiéndose de una vértebra a otra (figura 2). La espalda baja, o región lumbar, está formada por cinco vértebras y, por estar situada en la zona más inferior de la espalda sus discos intervertebrales son los que más sufren al soportar continuamente todo el peso del tronco (Netter, 1998).

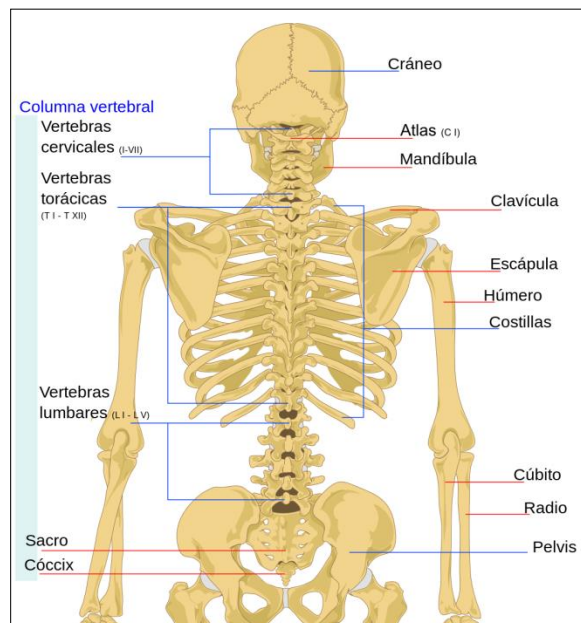


Figura 2: Anatomía del tronco superior de un ser humano. Fuente: Museo Anatómico Pedro Ara (<http://www.museoara.fcm.unc.edu.ar/gr/el-esqueleto-humano/>).

Hoy día, el dolor de espalda es de gran importancia en el mundo laboral debido a la cantidad de gente que lo padece. Los dolores son varios y se pueden originar en los distintos elementos que componen la espalda: ligamentos y músculos, discos, raíces nerviosas, etc. En España, según los datos del Ministerio de Trabajo y Economía Social, la lumbalgia (o dolor de la zona lumbar) supone la segunda causa de baja laboral. De acuerdo con la Encuesta Europea de Salud en España 2020 para personas mayores de 15 años, el 17,1% de las



mujeres padece dolor de espalda crónico lumbar, mientras que en hombres el porcentaje se encuentra alrededor del 10,1%<sup>3</sup>.

En el caso de los pilotos de helicópteros, se han realizado numerosos estudios sobre la prevalencia del dolor de la zona lumbar y sus causas (Velasco et al., 1990; Rapala et al., 2012; Lenart, 2019). Gaydos (2012) establece una incidencia de dolor lumbar que puede abarcar hasta un 92%, acentuándose a medida que aumentan el número de horas de vuelo de los pilotos. Estos estudios frecuentemente se centran en los pilotos de las Fuerzas Armadas.

Según el estudio realizado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América (*Department of Defense of the United States of America*) (2017); se determinó que “existen pruebas convincentes de que los pilotos de helicópteros de carrera corren un mayor riesgo laboral de padecer lumbalgia y esguince cervical. Esto se basa en una revisión de la literatura aeromédica publicada” (tabla 1).

Más recientemente, Knox, et al. (2018) analizaron la Base de Datos de Epidemiología Médica de la Defensa de los Estados Unidos (DMED) para los casos de hernia de disco lumbar entre los pilotos de helicópteros militares de 2006 a 2015, y encontraron que su tasa de incidencia era significativamente mayor que la de un grupo de control compuesto por todos los oficiales militares de los Estados Unidos que no son pilotos de helicópteros.

Autor y año	País (Ejército)	Tripulación	Porcentaje
Thomae, et al. (1998)	Australia	131 pilotos	64% dolor lumbar
Bridger, et al. (2002)	U.K.	Pilotos Marina Real	80% dolor lumbar
Aydoq, et al. (2004)	Turquía	159 pilotos	19% alteración cervical
Ang y Harms-Ringdahl (2006)	Suecia	127 pilotos	57% dolor cuello
Greaves & Wickes (2008)	U.K.	188 pilotos	57% dolor cuello
Sharma & Agarwal (2008)	India	55 pilotos	41% dolor cuello
Hiatt & Rash (2011)	EE. UU.	66 tripulantes	62% dolor cuello

3

[https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es\\_ES&c=INESeccion\\_C&cid=1259926692949&p=%5C&pagename=Pr oductosYServicios%2FPYSLayout&param1=PYSDetalle&param3=1259924822888](https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926692949&p=%5C&pagename=Pr oductosYServicios%2FPYSLayout&param1=PYSDetalle&param3=1259924822888).



Truszczynska, et al. (2012)	Polonia	112 pilotos	70% dolor lumbar
-----------------------------	---------	-------------	------------------

Tabla 1. Estudios epidemiológicos sobre el dolor lumbar y cervical en tripulaciones de helicópteros.  
Fuente: Department of Defense of the USA, "Study on Health of Helicopter and Tiltrotor Pilots", 2017, p. 11

En primer lugar, las vibraciones que emanan de la aeronave se consideran un elemento nocivo causante de ese dolor. Éstas se definen como oscilaciones mecánicas transmitidas por contacto directo del cuerpo con la fuente que genera dichas vibraciones: el helicóptero y sus componentes. Las vibraciones producen unos efectos fisiológicos y psicológicos capaces de generar fatiga y reducir el grado de eficacia, ya que el cuerpo humano tiende a amortiguarlas a través de un aumento del tono muscular, es decir, tensión y rigidez en la musculatura (Martínez-Pardo et al., 2015).

Asimismo, por su efecto patológico, se diferencian entre las vibraciones de baja frecuencia (0-2 Hz), media frecuencia (2-20 Hz) y alta frecuencia (20-30 Hz), donde cada parte del cuerpo se ve afectada por un rango determinado de hercios (tabla 2). En el caso de la columna vertebral, es el rango entre 20-30 Hz donde se ve afectada, pudiendo provocar algias vertebrales<sup>4</sup>, que en los pilotos de helicópteros se producen en las zonas cervical y lumbar (Dupuis y Zerlett et al., 1986). Los individuos expuestos a vibraciones durante largos periodos de tiempo se han asociado con un aumento de los dolores de cuello y espalda y a trastornos musculoesqueléticos (Bongers et al., 1990; Charles et al., 2018; Dupuis y Zerlett, 1987; Griffin, 2002; Kittusamy y Buchholz, 2004).

La definición proporcionada por la Directiva de la Unión Europea (2002/44/CE) sobre requisitos de salud y seguridad es "la vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, entraña riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular la morbilidad lumbar y el traumatismo de la columna vertebral". La norma internacional para las guías de exposición humana es la de la Organización Internacional de Normalización sobre Vibraciones Mecánicas y Choque-Evaluación de la Exposición Humana a la Vibración de Todo el Cuerpo (ISO 2631-1)<sup>5</sup>.

Frecuencia de vibración	Efectos	Referencia
< 1 Hz	Mareo por movimiento	ISO 2631-1, 1997; Dupuis & Zerlett, 1986
2 - 6 Hz	Hiperventilación	Dupuis & Zerlett, 1986

<sup>4</sup> Las algias vertebrales se refieren al dolor que se produce en distintas zonas de la columna vertebral.

<sup>5</sup> <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2002-81237>.



~4 - 10 Hz	Frecuencia de resonancia del torso, pico de transmisibilidad a la cabeza; aumento de la presión del colon; molestias respiratorias; dolor abdominal; aumento de la torsión de los músculos de soporte de la columna vertebral; resonancia de la mandíbula; dolor en el pecho; malestar general	Dupuis & Zerlett, 1986; White et al., 1963. Magid & Coermann, 1960; White et al., 1963. Seroussi et al., 1986
10 - 18 Hz	Necesidad de orinar y defecar	Dupuis & Zerlett, 1986
13 - 20 Hz	Dolor de cabeza; alteraciones del habla; aumento de la tensión muscular	Dupuis y Zerlett, 1986; Magid y Coermann, 1960
20 - 25 Hz	Disminución de la agudeza visual	Dupuis & Zerlett, 1986

Tabla 2. Frecuencia de vibración y sus efectos. Ejemplos de efectos de WBV conocidos. Fuente: Ballard et al., 2020, p. 5.

En segundo lugar, la ergonomía de los asientos y la cabina de los helicópteros es otra causa del dolor lumbar. El control de esta aeronave se divide en tres mandos principales: cíclico, colectivo y pedales. La configuración de estos controles y del asiento provoca una posición asimétrica en el piloto (figura 3) que impide la relajación de la musculatura espinal, ya que además el contacto con los controles debe ser permanente. A su vez, la postura mantenida supone una ligera flexión hacia adelante que, mantenida en el tiempo y bajo un régimen de vuelo con ruido y vibraciones genera estrés tanto físico como mental. Además, la incomodidad física en la cabina de mando puede provocar falta de atención y distracción, lo que puede contribuir a una mala toma de decisiones (Shanahan y Reading, 1984).



Figura 3. Disposición ergonómica del piloto en el modelo EC-120 (Colibrí). Fuente: Elaboración propia.



### 2.2.2. Región cervical.

El cuello es considerado como un elemento de transición entre la cabeza, el tórax y los miembros superiores; y constituye una red de paso de componentes vasculares, viscerales y de tejido nervioso. Está compuesto por siete vértebras y se divide en dos regiones, la zona posterior o nuca, y la anterior, las cuales albergan importantes elementos como la laringe y la faringe. Además, se encuentra íntimamente ligado a la zona superior de la espalda, es decir, la región cervical (figura 4).

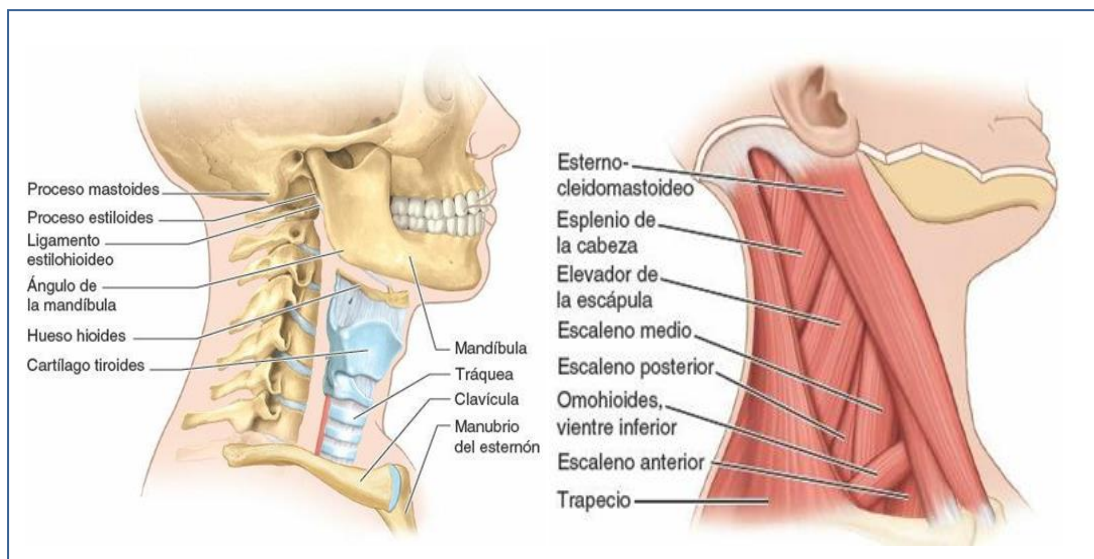


Figura 4. Diferentes regiones en las que se divide el cuello. Fuente: Web enfermeria.top. (<https://enfermeria.top/apuntes/anatomia/cuello/>).

Pese a que suele asociarse el dolor de espalda únicamente a la zona lumbar, en la actualidad y, debido especialmente a las posturas y movimientos realizados en el día a día (tiempo sentado o frente a dispositivos electrónicos), el dolor en la columna cervical esté tan latente como el dolor lumbar<sup>6</sup>.

Por un lado, el estudio sobre el dolor de cuello en pilotos militares ha estado principalmente centrado en los pilotos de cazas de combate, debido en gran parte a la exposición a intensas fuerzas G (Vanderbeek, 1988; Hamalainen, 1993; Newman, 1997). Sin embargo, se ha demostrado que en los pilotos y tripulaciones de helicópteros el dolor cervical también está muy presente (Ang, 2006). Sin embargo, en el pilotaje de los helicópteros son otros factores los que intervienen. Entre ellos, destacan principalmente algunos de los mencionados en el apartado anterior, es decir: la posición ergonómica de los asientos y las vibraciones distribuidas por el cuerpo del piloto y transmitidas por los mandos y asientos (Van den Oord, 2012).

<sup>6</sup> El 66% de los adultos experimenta dolor cervical a lo largo de su vida y el 54% lo ha experimentado durante los pasados 6 meses. Sólo el 5% presentará dolor crónico intenso acompañado de incapacidad funcional (Franco, 2009).



Orsello, Moore y Reese (2013), utilizaron datos de una encuesta realizada en 2011 a 458 tripulantes de helicópteros de la *United States Navy* para determinar cuáles eran aquellos factores de riesgo que podían derivar en dolor de cuello. El 58% de los encuestados informaron de un dolor de cuello significativo durante el vuelo. Finalmente se extrajeron las conclusiones de que ese dolor de la zona cervical podía estar originado por una lesión o dolor de la zona lumbar. Además, para este estudio se descartaron otros factores asociados como el índice de masa corporal, las horas totales de vuelo o la altura de los sujetos.

Otro factor importante como causante del dolor cervical es el equipo utilizado en la cabeza, especialmente el casco de vuelo y las gafas de visión nocturna (GVN). En la mayoría de las unidades de las FAMET se emplea el casco GENTEX HGU-56/P (figura 5). El peso del casco y los movimientos continuos de cabeza que debe hacer el piloto, acentuados en vuelos IFR<sup>7</sup>, provocan que la región cervical sufra un importante estrés en vuelos prolongados. Además, durante fases de vuelo nocturno con GVN, se incrementa el peso del equipo y se reduce el campo de visión, aumentando significativamente el riesgo de padecer este dolor (Thuresson, 2003).



Figura 5. Casco de vuelo GENTEX HGU-56/P con su manual de uso. Fuente: Fotografías de elaboración propia.

### 2.2.3. Fatiga y estrés.

La fatiga es otro elemento que condiciona el vuelo, provocando una disminución del rendimiento que desemboca normalmente en estados de ánimo perjudiciales (Caldwell et al., 1996). En el mundo aeronáutico, la OACI la define como “un estado fisiológico que se caracteriza por una reducción de la capacidad de desempeño mental o físico debido a la falta de sueño o a períodos prolongados de vigilia, fase circadiana, o volumen de trabajo (actividad mental y/o física) y que puede menoscabar el estado de alerta de un miembro de la tripulación y su habilidad para operar con seguridad una aeronave o realizar sus funciones relacionadas con la seguridad operacional” (OACI, 2012, p. 33).

---

<sup>7</sup> *Instrumental Flight Rules*: se refiere al conjunto de regulaciones y procedimientos que conlleva el vuelo de aeronaves con base en los instrumentos, al contrario que los vuelos visuales o VFR (*Visual Flight Rules*).



En relación con las aeronaves de ala rotatoria, las vibraciones son de baja frecuencia -las cuales además se consideran las más perjudiciales-, responsables del incremento de la fatiga y de ser un posible factor de riesgo para incrementar la hipertensión (Méndez, 2010). Además, según un estudio llevado a cabo por Pierre y Maguire (2004) se observó que el ruido y vibraciones de baja frecuencia podrían inducir algún tipo de fatiga en las personas que sufren una larga exposición, especialmente para los operadores de vehículos y aeronaves.

Por otro lado, existen otros factores que afectan mentalmente al piloto y pueden ocasionar incremento de ansiedad, estrés y confusión en los procesos cognitivos, perturbando la toma de decisiones y el desarrollo de actividades (Adams y Ericsson, 2000). Entre estos factores destacan el escaso tiempo para la toma de decisiones o el entorno en el que se desenvuelve la aeronave, que en el caso de los militares está acentuado por el vuelo bajo situaciones de combate. Según la Real Academia Española (RAE), el estrés se define como “un conjunto de reacciones nocivas tanto físicas como emocionales que concurren cuando las exigencias del trabajo no igualan las capacidades y recursos del trabajador”; en este caso, el piloto.

Según la Ley de Yerkes-Dodson, aunque el estrés hasta cierto umbral resulta beneficioso, puesto que aumenta el desempeño en ciertas actividades, superado ese límite lleva a la disminución del rendimiento, lo que en la aviación puede derivar en un riesgo para la seguridad de vuelo (figura 6). El estudio llevado a cabo por García-Masa (2015) a pilotos españoles del helicóptero de ataque *Eurocopter EC665 “Tigre”* se demostró que las situaciones de sus vuelos provocaban un aumento del estrés, materializados en el incremento de los niveles de cortisol y de ansiedad somática<sup>8</sup>. Este estrés en un primer momento era necesario para la activación de su sistema nervioso y el incremento del rendimiento y la superación de la misión encomendada, pero una prolongación excesiva en el tiempo podría conllevar consecuencias negativas.

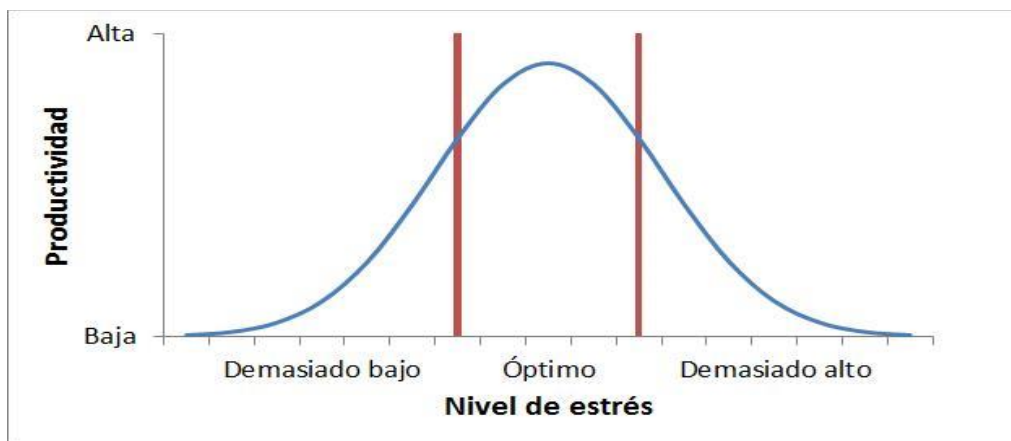


Figura 6. Ley de Yerkes-Dodson o de la U invertida. Fuente: Ministerio de Sanidad España. Bienestar Emocional.

<sup>8</sup> El cortisol es una hormona esteroidea que se libera en la sangre ante situaciones de estrés. La ansiedad somática se caracteriza por la exteriorización mediante síntomas físicos.



## 2.3. Relación entre formación física y actividades aeronáuticas.

La realización de actividad física conlleva importantes beneficios para la salud (tabla 3), de hecho, la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma: “la inactividad física es uno de los principales factores de riesgo de padecer enfermedades no transmisibles (ENT), como las enfermedades cardiovasculares y la diabetes”. Estas enfermedades son sólo uno de los múltiples aspectos negativos que conllevan la falta de ejercicio físico. En España, las recomendaciones sobre el nivel de actividad física no entran dentro del mínimo establecido según la Encuesta Nacional de Salud 2017<sup>9</sup>.

<b>FÍSICOS</b>	Cardiovasculares	Respiratorios	Sistema locomotor	Metabólicos
<b>PSICOLÓGICOS</b>	Estados de ánimo		Tolerancia al estrés	
<b>SOCIOLÓGICOS</b>	Trabajo en equipo			

Tabla 3. Efectos beneficiosos derivados del entrenamiento físico. Fuente: Velasco (2013). Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial (CIMA), p. 85.

En el ámbito aeronáutico, la SENASA<sup>10</sup> afirma lo siguiente: “Tanto las condiciones ambientales como la actividad desarrollada en el entorno aeroespacial pueden alterar la salud de pilotos y pasajeros expuestos. Por otro lado, la salud del individuo puede determinar sus propias capacidades para desarrollar su actividad en ese medio de forma eficaz y segura”<sup>11</sup>. Es decir, pese a que los pilotos pueden verse afectados por afecciones derivadas del vuelo, el estado de su salud será un condicionante importante en cómo se ven afectados y su resistencia ante dichos estímulos.

## 2.4. Ejercicio físico y afecciones en pilotos de helicópteros.

Ante el dolor lumbar, y el dolor musculoesquelético en general, el reposo absoluto está contraindicado. De hecho, debería mantenerse la mayor actividad física que el dolor permita, sin excederse (Pérez, 2006). De esta forma, se ha observado que el período de incapacidad laboral es menor en quienes mantienen alguna actividad física (Australian Acute Musculoskeletal Pain Guidelines Group, 2003). Además, entre los beneficios de la práctica de

<sup>9</sup> <https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t15/p419/a2017/p07/l0/&file=03011.px#!tabs-tabla>

<sup>10</sup> SENASA es una sociedad mercantil estatal, formada a raíz del centro de adiestramiento del Ejército del Aire. Actualmente, proporciona ayuda especializada en numerosas áreas del ámbito aeronáutico.

<sup>11</sup> <https://www.senasa.es/index.php?lang=es-ES&idPag=9&idCurso=124>.



ejercicio físico se encuentran la disminución del dolor, el fortalecimiento muscular, la reducción de la tensión mecánica de las estructuras vertebrales, la mejora de la postura y la movilidad de los pacientes con dolor de espalda baja (Biering, 1984).

Por otra parte, se ha observado que la debilidad de los extensores del tronco puede ser un factor importante en el desarrollo y cronicidad de la lumbalgia. No obstante, aunque esta musculatura debe ser objeto de refuerzo como prevención y tratamiento del dolor lumbar, debe abordarse un programa de entrenamiento con variedad de ejercicios y patrones de movimiento (Pérez, 2006). De esta forma, respecto al dolor en la región lumbar, hay estudios que muestran una mejora significativa a través de la ganancia de fuerza en los músculos extensores del tronco (Caicedo et al, 2013) y de la musculatura en general del denominado "core"<sup>12</sup> (Çınar-Medeni, 2015).

Por tanto, el entrenamiento de resistencia de los músculos de tronco es considerado una de las estrategias centrales en el tratamiento del dolor lumbar y se ha observado disminución del dolor posterior a la ejecución de programas de entrenamiento. Por otra parte, la debilidad de este grupo muscular es una de las principales causas de recurrencia del dolor lumbar, con lo que se ve comprometida la estabilidad de la columna vertebral y el nivel de tolerancia a la fatiga de los músculos extensores (Caicedo et al, 2013).

En cuanto la región del cuello, o columna cervical, que es otra zona del cuerpo especialmente sensible a padecer patologías en los pilotos, el entrenamiento debe estar enfocado en la fuerza tanto del cuello como de la zona de los hombros y trapecios, ya que se ha observado que el problema recae en la debilidad de los músculos internos del cuello, principalmente. De esta forma, el entreno ha de centrarse en el trabajo de los músculos responsables del movimiento de flexión (Murray, 2015).

Para finalizar, en relación con la fatiga derivada de la actividad aeronáutica, un estado físico general adecuado es una buena manera de minimizarla, es decir, un entrenamiento enfocado en el acondicionamiento físico general donde se trabajen todas las cualidades: resistencia, fuerza, velocidad, flexibilidad, etc. (Gavilán, 1995).

## 2.5. Nutrición en el ejército y la aviación.

La nutrición es la ciencia que se encarga del estudio de todos aquellos procesos mediante los cuales el cuerpo humano incorpora, transforma y utiliza las sustancias químicas (nutrientes) contenidas en los alimentos. El cuerpo humano necesita los nutrientes para llevar a cabo diferentes funciones vitales. Por tanto, una buena nutrición es fundamental para la salud, siendo la falta de esta una causa de vulnerabilidad frente a enfermedades y alteración del desarrollo físico y mental (Gómez, 2020).

En el ejército español la alimentación es un factor muy importante, ya que está

---

<sup>12</sup> El "Core", cuyo significado es "núcleo", está formado por los músculos abdominales, lumbares, de la pelvis y los glúteos.



directamente ligada a la formación física y el estado de salud. El manual técnico de alimentación del Ejército de Tierra de 2001 establece, “el problema práctico de establecer una dieta equilibrada para la colectividad militar reside en determinar cualitativa y cuantitativamente los alimentos que han de componer la ración diaria del soldado, de acuerdo con las normas nutricionales establecidas y teniendo en cuenta para ello los siguientes factores: necesidades energéticas individuales, valor nutritivo de los alimentos y sistema de aprovisionamiento” (Sanidad militar, 2014, p. 70). De este modo, se necesitan establecer diferentes alimentaciones según las distintas funciones del personal de las FAS, sus unidades y sus operaciones.

En el mundo aeronáutico, “en su mayoría, los accidentes de aviación se originan por el factor humano, dentro de ellos, los alimentos juegan un rol importante. Es así como un estudio realizado en un grupo de la Fuerza Aérea Norteamericana, [...], demostró que el 39% de las tripulaciones habían cometido algún tipo de error nutricional previo al accidente”. Esto último ha motivado la necesidad de aumentar los esfuerzos en el área de la Educación Nutricional para el personal que realiza actividades de vuelo (Academia Antioqueña de Aviación, Boletín del Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional, agosto 2018, p. 2)

Para finalizar, algunas de las recomendaciones referentes a la nutrición prevuelo en el ámbito aeronáutico son: la ingesta de hidratos de carbono (no azúcares) varias horas antes del vuelo, evitar el consumo de gran cantidad de comida y alcohol y la ingesta de alimentos altos en grasa que puedan provocar flatulencia poco antes del vuelo. Además, el consumo de agua debe ser el suficiente para una correcta hidratación, ya que durante el vuelo suele producirse la pérdida de agua corporal a través del sudor (Toro, 2019). En el anexo F se incluye una enumeración más detallada de recomendaciones nutricionales en relación con las actividades de vuelo.

### **3. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

Este apartado contiene las conclusiones y resultados de las entrevistas y la encuesta realizadas. Las primeras, junto con el análisis del Estado del Arte, han servido de base para la formulación de la encuesta, cuyos resultados han sido analizados estadísticamente.

#### **3.1. Entrevistas**

Durante la estancia en las unidades del ALA 78 y la ACAVIET se realizó una serie de entrevistas a personal de dichas unidades y externo a estas. Concretamente se entrevistó a tres pilotos de helicópteros -con un mínimo de siete años con experiencia en vuelo-; dos sanitarios militares con más de tres años en unidades de helicópteros y un suboficial retirado con el curso de educación física del Ejército de Tierra. De dichos encuentros se extrajeron las siguientes conclusiones:

- En el tema físico, tras años de servicio, los pilotos de helicópteros acaban desarrollando patologías de carácter musculoesquelético, principalmente en las zonas lumbar y cervical. Estas no suelen ser inhabilitantes, pero sí pueden existir períodos en los que el dolor sea más intenso y dificulten el pilotaje.



- En cuanto a la carga mental, la fatiga y el estrés se hacen especialmente importantes durante el desarrollo de ejercicios y maniobras de tipo táctico, donde la tripulación se expone no sólo a la dificultad del vuelo, sino también a elementos externos presentes en el entorno donde se desarrolla la misión.
- El uso de accesorios que disminuyan el daño de los estímulos nocivos de la aeronave está recomendado e incluso a veces las unidades proveen de ellos. No obstante, la elección de estos elementos debe ser adecuada, ya que determinados accesorios están contraindicados o no tienen gran utilidad, como la faja lumbar.
- Actualmente, en las unidades de FAMET no suele encontrarse una buena orientación y planificación de la formación física. Además, no existen pautas de actuación o prevención contra las posibles lesiones derivadas del vuelo.
- Las unidades del ET son muy diferentes y, por tanto, las características que necesitan los militares son específicas, no reflejándose en el Test General de la Condición Física. De este modo, no es posible enfocar los entrenamientos a mejorar esas capacidades concretas que reclaman sus cometidos.
- Como punto positivo, ciertas unidades tienen servicios de fisioterapeuta a disposición de los pilotos y demás personal de la base, por lo que, en caso de necesidad, es posible acudir durante la jornada laboral.

## 3.2. Encuesta.

A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico de las respuestas a la encuesta realizada. Los Anexos A, B y C contienen toda la información relativa a la encuesta realizada, esto es: las preguntas y respuestas del cuestionario y su posterior análisis estadístico a través de contrastes.

La elaboración del cuestionario se inició con la recopilación de información a través de diversas fuentes. Primeramente, mediante un estudio bibliográfico y, posteriormente, a través de entrevistas a personal experto presente en diferentes unidades de helicópteros. Por último, la observación directa del alumno de las distintas actividades y desempeños de los pilotos militares de helicópteros también ha servido para reforzar algunos conceptos previamente estudiados.

En total se encuestó a 44 individuos: 32 oficiales (1 de la Armada, 27 del ET y 4 del EA), 11 suboficiales (10 del ET y 1 de la GC) y 1 guardia civil de la escala de tropa (figura 7). La antigüedad media de los encuestados es de unos 16 años de servicio, y todos son hombres a excepción de una mujer. Además, el personal encuestado procede de diversas unidades: ACAVIET, ALA 78, BHELMA VI, entre otros. Esta diversidad de los encuestados proporciona diferentes puntos de vista debido a las distinciones entre las actividades y el régimen diario de las diferentes unidades y ejércitos.

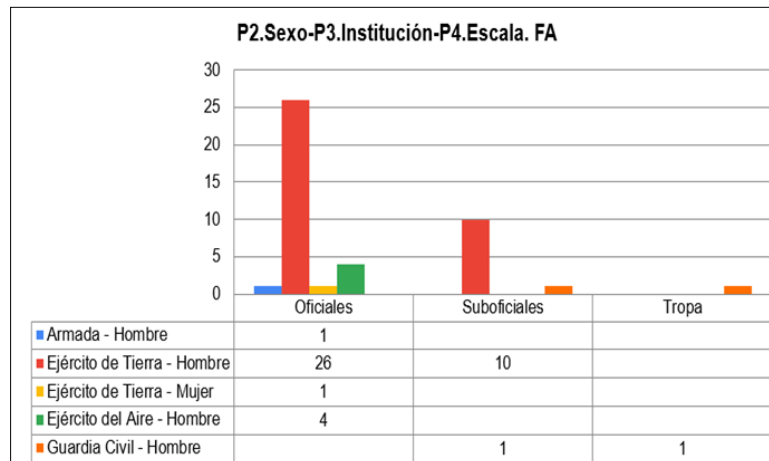


Figura 7. Características de los encuestados. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al tipo de pregunta, 22 de ellas son de respuesta única, 4 que permiten escribir datos numéricos, y 6 que posibilitan la elección múltiple. La encuesta se encuentra dividida en varios apartados:

- Datos básicos: las cinco primeras preguntas están encaminadas a conocer los datos esenciales sobre el encuestado: edad, sexo, ejército, escala y años antigüedad.
- Preguntas relacionadas con el pilotaje: las preguntas de la 6 a la 19 tienen como objetivo extraer datos acerca de la actividad de vuelo (horas de vuelo, tiempo entre ellos, etc.) y las posibles patologías que esta puede conllevar.
- Preguntas sobre formación física: de la pregunta 20 a la 30 el tema se centra en la realización de ejercicio físico. Por una parte, la formación física que realiza el encuestado y por otro la opinión sobre ella dentro de la unidad militar y cómo mejorarla.
- Nutrición: para finalizar una breve sección sobre la nutrición en los pilotos de helicópteros con dos preguntas.

Por último, en relación con el análisis estadístico, se han realizado contrastes de bondad de ajuste, de homogeneidad y de independencia. Los primeros servirán para estudiar la significatividad de las respuestas a una determinada pregunta y de este modo observar si las frecuencias son significativamente diferentes entre sí. Los siguientes se utilizan para analizar la homogeneidad de las respuestas de los diferentes grupos encuestados en una misma pregunta y, para finalizar, con los contrastes de independencia se pretende analizar la existencia de relaciones entre respuestas de distintas preguntas.

### 3.2.1. Preguntas sobre el vuelo.

Comenzando con la pregunta 7, sobre el número de horas de vuelo por semana, se puede apreciar que un alto porcentaje (una frecuencia relativa entorno al 50%) se encuentra entre las 4 y 6 horas semanales, es decir, entre una hora y hora y media al día. No obstante, también destaca un grupo, con una frecuencia relativa del 25%, cuyas horas semanales están entre 8 y 10 (figura 8). De esta forma, si se agrupan y comparan ambos rangos, al realizarse el contraste de bondad de ajuste se observa que el tiempo de vuelo entre 4 y 6 horas semanales es



significativamente mayor que el rango entre 8 y 10 horas, puesto que el estadístico de contraste (4,5) es mayor que el valor crítico (3,84) para un nivel de confianza del 95%. Es decir, podemos afirmar, a nivel poblacional, que el tiempo de vuelo semanal está entre las 4 y 6 horas.

Posteriormente, en la pregunta 8, se confirma el hecho de que mayoritariamente el tiempo de vuelo en la jornada laboral se encuentra en torno a una o dos horas, ya que el 100% del personal encuestado contestó entre esos valores. Estos valores indican que las tripulaciones de helicópteros diariamente no realizan vuelos de larga duración, factor importante en la generación de molestias y lesiones musculoesqueléticas. Sin embargo, las respuestas parecen indicar una exposición larga de manera semanal, ya que el vuelo se repite diariamente, lo que sí puede suponer un factor de riesgo si esta condición se prolonga en el tiempo.

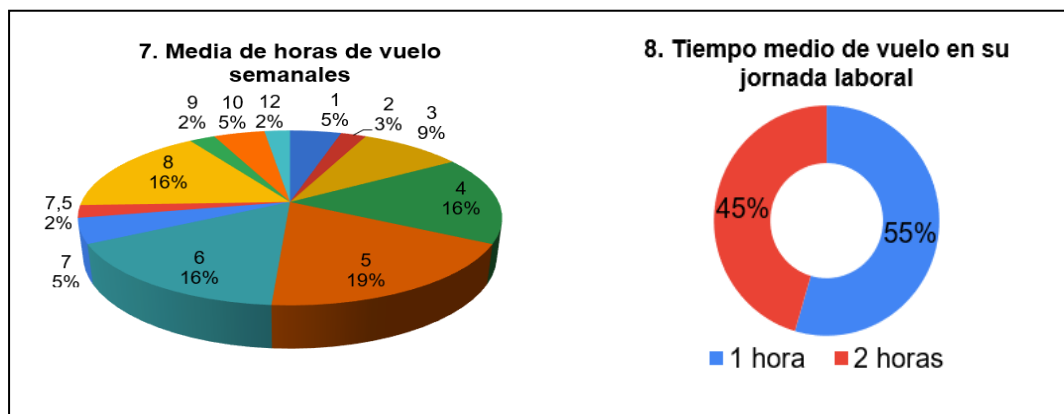


Figura 8. Respuestas a las cuestiones 7 y 8. Fuente: Elaboración propia.

No obstante, si se analiza las respuestas a la pregunta por escalas, se observa que entre los oficiales existe una mayor tendencia hacia 1 hora de vuelo diaria frente a las 2 horas, ya que, pese a que para un nivel de significación del 95% no se rechaza la hipótesis nula, y por tanto no se puede afirmar que sea una respuesta significativamente mayor, para un 90% de nivel de confianza sí es rechazada, siendo el estadístico de contraste (3,06) mayor que el valor crítico (2,7). Por otro lado, entre los suboficiales, la respuesta significativamente más destacada fue 2 horas respecto a 1 hora, rechazándose la hipótesis nula con un estadístico de contraste (4,45) superior al valor crítico (3,84), para un nivel de confianza del 95%.

Si finalmente se realiza el contraste de homogeneidad para la pregunta 8, se observa que se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad, siendo el estadístico de contraste (7,4) superior al valor crítico (3,84). Es decir, existe una diferencia significativa en el tiempo de vuelo de oficiales y suboficiales, siendo mayor en el caso de los suboficiales. Este hecho, probablemente, se debe a que en el Ejército de Tierra los oficiales y suboficiales tienen roles diferentes en la aeronave. Los oficiales ejercen de Comandante de Aeronave, es decir, se dedican a la gestión y mando del helicóptero; mientras que los suboficiales se centran principalmente en el pilotaje. Esto es una forma doctrinal de trabajar del ET que no ocurre en otros ejércitos y que puede explicar que en la población de esta encuesta sean los suboficiales los que vuelen más (recordemos que la mayoría de las respuestas proceden del ET).

Por otro lado, la pregunta número 10 interroga acerca del grado de exigencia física y mental (figura 9). En cuanto a la exigencia física destaca que un 68% afirma que es "Poco exigente", frente al 25% de "Bastante exigente". Se puede afirmar que la mayoría considera



que la carga física en el vuelo con helicópteros es baja, ya que el contraste de bondad de ajuste revela que el estadístico de contraste (8,8) es mayor que el valor crítico (6,63) para un nivel de significación de 0,01.

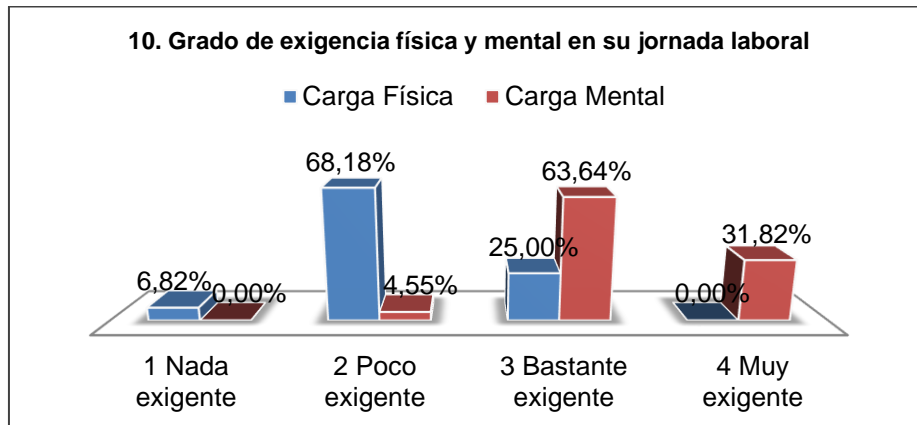


Figura 9. Distribución de la carga física y mental. Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, en relación con la carga mental, el 95% afirma que la exigencia mental es “bastante” o “muy exigente” (frecuencias relativas del 64% y 32%, respectivamente), con un nivel de confianza del 99%, siendo significativamente mayoritaria la respuesta “Bastante exigente” frente a “Muy exigente”, rechazándose la hipótesis nula del contraste de bondad para un 95% de nivel de confianza. Esto confirma el importante desgaste mental que conlleva el vuelo con helicópteros, el cual puede estar acentuado por el estrés del combate. Además, cabe destacar que, en ambos casos, exigencia física y mental, las calificaciones de “Nada exigente” o “Poco exigente” tuvieron una frecuencia relativa muy reducida, 6% y 5%, respectivamente.

Las cuestiones 11 y 12 están relacionadas con el nivel de cansancio y descanso del personal encuestado. La pregunta 11 establece un peso importante para la calificación de “Bastante cansado”, con una frecuencia relativa del 70%, frente a un 25% que afirma encontrarse “Poco cansado”, y descartando las respuestas de “Muy cansado” y “Nada cansado” por tener frecuencias relativas muy bajas. Es interesante realizar un contraste de homogeneidad en esta pregunta comparando a las distintas escalas. En este caso no se puede rechazar la hipótesis nula de homogeneidad para un nivel de significación de 0,05. Esto sugiere que, en cuanto al nivel de cansancio al final de la jornada, ambas escalas, oficiales y suboficiales, coinciden; la mayoría indica sentirse “Bastante cansado”. Esto es lógico, ya que ambos trabajan en el mismo entorno y muchas veces desarrollan las mismas actividades.

Por otro lado, también puede hacerse un contraste de independencia entre las preguntas de la exigencia física y mental y el nivel de cansancio, puesto que, a priori, deberían estar relacionadas. Para ello, separamos la pregunta en carga física y carga mental. En el primer caso, cuyas respuestas mayoritarias fueron “Poco exigente” y “Bastante exigente”, se observa que se rechaza la hipótesis nula de independencia al ser el estadístico de contraste (5,28) mayor que el valor crítico (3,84), por lo que existe una relación en cuanto a la carga física y el nivel de cansancio. Por otra parte, en cuanto a la exigencia mental, en las que las respuestas más significativas fueron de “Bastante exigente” y “Muy exigente”, se comprueba que esa relación también existe, puesto que el estadístico de contraste (4,97) es mayor que el valor crítico (3,84) para el nivel de confianza del 95%. Como era presumible, el contraste de independencia nos permite afirmar que los pilotos suelen acabar cansados en su jornada laboral, derivado de la exigencia mental y física del vuelo.



Por último, la pregunta 12 interroga sobre las horas de sueño diarias (figura 10), donde la respuesta mayoritaria se encuentra entorno a las siete horas de sueño con un 57%. También con seis horas de sueño hay un alto porcentaje, siendo un 27%. Según el metaanálisis<sup>13</sup> realizado por (Shen, Wu y Zhang, 2016) se determinó que tanto la falta como el exceso de horas de sueño podían suponer un factor de riesgo asociado a mayores niveles de mortalidad, siendo aproximadamente las siete horas de sueño el tiempo con menor mortalidad asociada, y aumentando a partir de ella mediante una función (figura 11). Este estudio muestra la importancia del sueño en la salud y de él podemos deducir que la población de pilotos encuestada cumple con las horas adecuadas de sueño. Sin embargo, no es suficiente para descartar que la falta de sueño sea la causa del cansancio físico y mental, puesto que no se le ha preguntado acerca de la calidad de esas horas de sueño, hecho fundamental para el descanso.

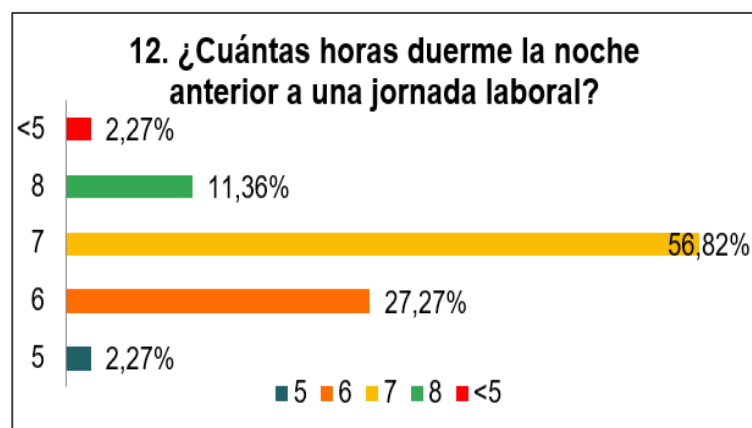


Figura 10. Horas de sueño del personal encuestado. Fuente: Elaboración propia.

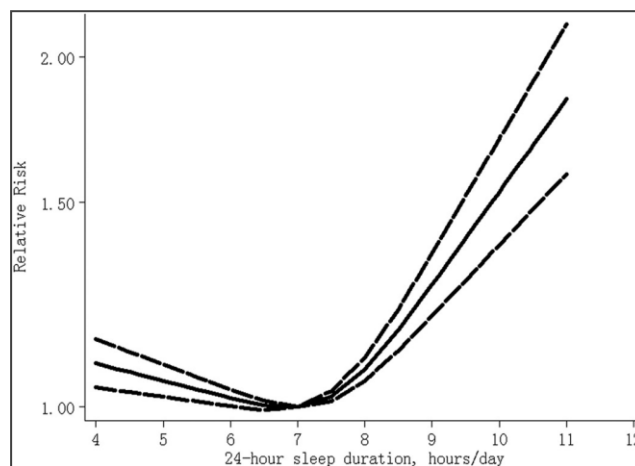


Figura 11. Relación entre horas de sueño y riesgo relativo de mortalidad. Fuente: Shen et al. (2016) p. 4.

<sup>13</sup> Los metaanálisis son revisiones sistemáticas e integrales de una colección de estudios acerca de un mismo tema. Aplicando métodos estadísticos a esa serie de estudios se pretenden extraer conclusiones con mayor validez que los informes de manera individual.



### 3.2.2. Preguntas sobre las patologías

La primera pregunta relacionada con los posibles problemas que acarrea el vuelo con helicópteros es la número 13, sobre las posibles molestias en alguna parte del cuerpo (figura 12). En este caso, el 90,5% de los encuestados afirmó haber padecido dolor lumbar. Además, un porcentaje algo menor pero también destacable del 76,2% afirmó haber tenido dolor en el cuello. Estas dos altas frecuencias relativas son reforzadas con lo estudiado en el Estado del Arte y los informes y estudios que avalan el dolor de cuello y lumbar como principales problemas en el vuelo con aeronaves de ala rotatoria.

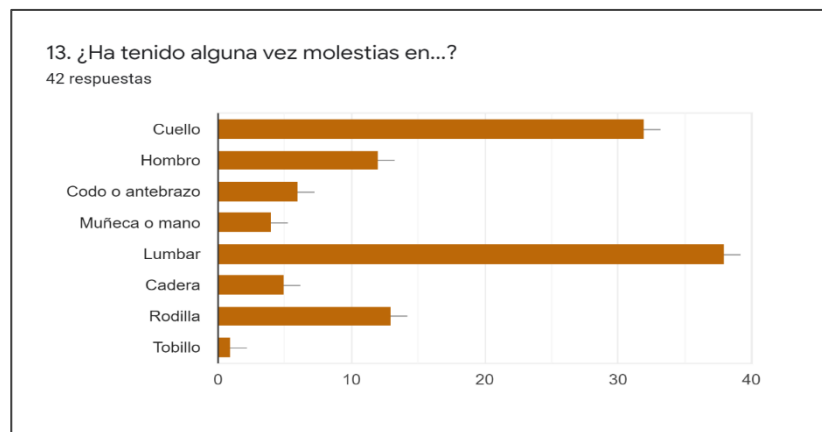


Figura 12. Partes afectadas por el vuelo con helicópteros según los encuestados.  
Fuente: Elaboración propia.

Además, en la pregunta posterior se cuestiona cuál es el grado de las molestias, siendo el carácter moderado el más significativo para las regiones mencionadas en el párrafo anterior, la región lumbar y el cuello. Otras regiones menos significativas pero destacables también son el hombro y la rodilla.

La pregunta 15, de gran importancia en el tema de este trabajo, cuestiona cómo afectan al desempeño de las labores esas molestias. En este caso, se rechaza la hipótesis nula del contraste de bondad (el estadístico de contraste es 8,59 y el valor crítico 5,99), lo que permite afirmar que la mayoría de los pilotos considera que las molestias afectan al desempeño de su actividad profesional solamente "A veces".

De las preguntas 16 y 17 se deduce que las patologías que sufren los pilotos de helicópteros son importantes (figura 13). En primer lugar, ya que algunas de ellas requieren asistencia sanitaria, como afirma el 59,09%, cuyo estadístico de contraste (9,09) es bastante mayor que el valor crítico de (3,84) para un nivel de confianza del 95%. Además, la pregunta 17 cuestiona a los encuestados si creen que esas dolencias son causadas por el vuelo con helicópteros, a lo que casi el 73% de la misma muestra respondió que sí, por lo que se puede afirmar que la mayoría piensan que su trabajo con estas aeronaves son los causantes de ciertas dolencias y molestias, que en ocasiones implican la asistencia médica. En este caso, al realizar el contraste de homogeneidad se observa que no hay diferencias significativas entre oficiales y suboficiales; ya que el estadístico de contraste (0,69) es mucho menor que el valor crítico (3,84). Aunque las frecuencias relativas difieren, 69% y 81%, respectivamente, la diferencia no es estadísticamente significativa, dado el tamaño muestral.

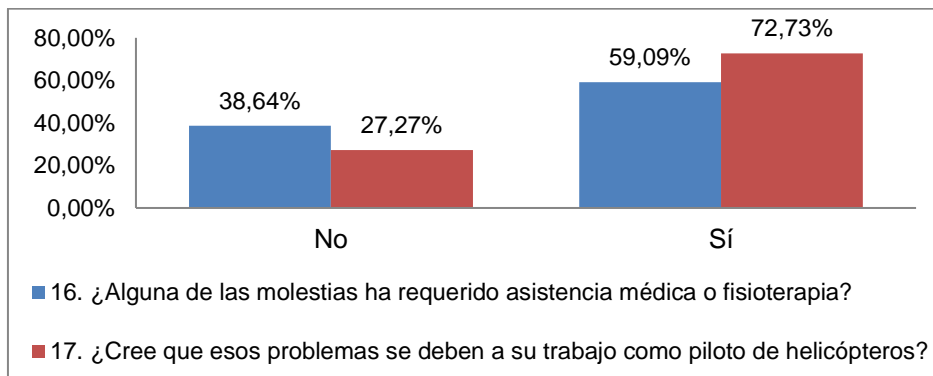


Figura 13. Respuestas a las preguntas 16 y 17. Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, en la pregunta 18 se cuestiona la opinión de los encuestados sobre el origen de estas molestias (figura 14). Destacan (de mayor a menor frecuencia relativa): ergonomía del helicóptero, vibraciones, fatiga, tiempo de vuelo y estrés. Con el contraste de bondad de ajuste se observa que la ergonomía de la aeronave es la principal causa, con diferencia significativa sobre el resto, puesto que se rechaza la hipótesis nula al ser el estadístico de contraste (13,74) mayor que el valor crítico (11,07). Las cinco siguientes son también importantes y no hay diferencias significativas entre ellas, ya que no se rechaza la hipótesis nula de contraste -el estadístico es de 1,6 frente al valor crítico (9,48)-. Las 4 últimas se obvian debido a su baja incidencia como causa de las molestias.

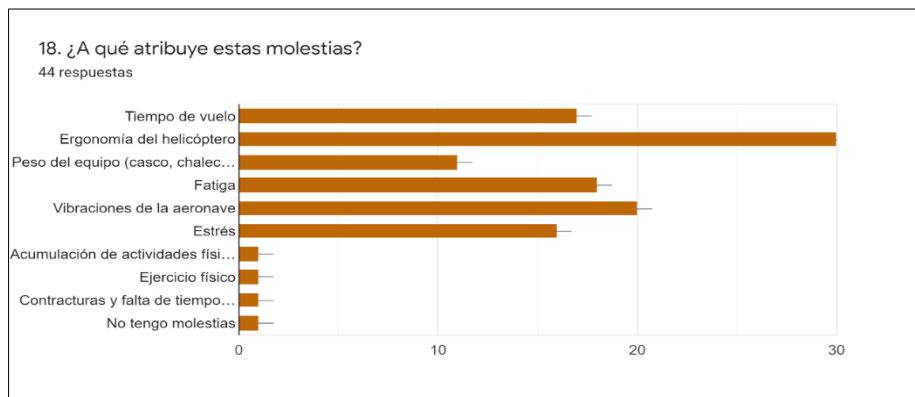


Figura 14. Atribuciones de las causas de las molestias en los pilotos encuestados. Fuente: Elaboración propia.

El uso de accesorios que puedan minimizar el daño provocado por el vuelo con helicópteros suele ser recomendado en las unidades militares. En las respuestas de la pregunta 19 (figura 15) se observa el uso del cojín lumbar como preferente, siendo estadísticamente el más utilizado, ya que al realizar el contraste de bondad de ajuste se rechaza la hipótesis nula, siendo el estadístico de contraste (33,3) muy superior al valor crítico (7,81). Además, hay que destacar el hecho de que casi un 30% de los encuestados afirma no hacer uso de ninguno de los accesorios. La utilización de estos accesorios puede ayudar a paliar algunas de las patologías de las que se ha hablado, especialmente la corrección de la ergonomía de los asientos con el cojín lumbar. Al final del trabajo se proponen algunos accesorios a utilizar y sus ventajas.

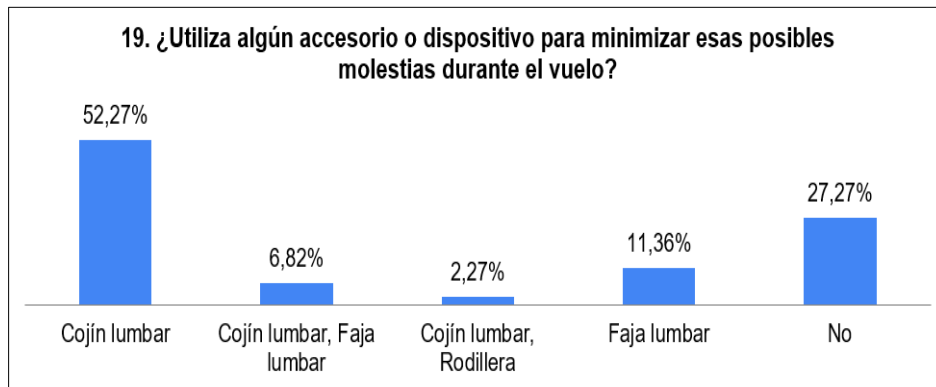


Figura 15. Accesorios utilizados por los encuestados durante el vuelo. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Preguntas sobre la formación física

La primera cuestión relativa a la formación física es la 20, en la que el 100% afirma realizar algún tipo de actividad física, algo obvio por ser condición fundamental en el militar. Además, las actividades mayormente realizadas son las sesiones de resistencia y fuerza, con un porcentaje de respuestas del 97,7% y 63,6%, respectivamente.

Más tarde, en la pregunta 25 se cuestiona si los encuestados realizan algún tipo de calentamiento o estiramiento previo o posterior al vuelo. En ambos casos la respuesta mayormente significativa es la de "No", con frecuencias relativas respectivas del 83,3% y del 72%. Los estadísticos del contraste chi-cuadrado son 38,2 y 22,57 mucho mayores al valor crítico (5,99), para nivel de confianza del 95%. Resulta sorprendente que la inmensa mayoría de pilotos no realice ningún ejercicio de calentamiento ni de estiramiento antes o después del vuelo, dado que han demostrado ser beneficiosos para prevenir algunas lesiones de carácter musculoesquelético.

Por otro lado, relativo a la idoneidad de la formación física que se realiza en las unidades de helicópteros (preguntas 28 y 29), existe una gran mayoría que discrepa de ella, encontrándonos con casi un 70% que está poco o nada de acuerdo frente a un 30% que está de acuerdo (figura 16). Por tanto, realizando el contraste de bondad de ajuste se rechaza la hipótesis nula, siendo el estadístico de contraste (5,81) mayor que el valor crítico (3,84), por lo que estadísticamente se puede afirmar que existe una mayoría en desacuerdo con la realización y planteamiento de la educación física en las unidades. En cambio, en cuanto a la disponibilidad de recursos y medios existe heterogeneidad de opiniones, con un 46,5% que piensan que son adecuados frente a casi un 35% que afirma que son poco adecuados. Dado el reducido tamaño muestral, esta diferencia de frecuencias observadas no es estadísticamente significativa al 95% de nivel de confianza, por lo que no podemos afirmar (ni negar) que la mayoría de la población piense que los medios son adecuados.

Al realizar la comparación entre las distintas escalas frente a la cuestión 28 se observa que no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad, debido a que el estadístico de contraste (0,35) es menor al valor crítico (6,635). Esto significa que ambas escalas, oficiales y suboficiales, opinan de manera similar, y mayoritariamente están en desacuerdo con la formación física planteada en sus unidades militares.



Figura 16. Opinión de los encuestados sobre la formación física en sus unidades.  
Fuente: Elaboración propia.

Al final de la encuesta hay un breve apartado sobre nutrición en el que se cuestiona el cumplimiento de las recomendaciones sobre la ingesta de hidratos de carbono previa al vuelo. En este caso, al realizar el contraste de bondad de ajuste no se rechaza la hipótesis nula, ya que el estadístico de contraste (0,005) es muy inferior al valor crítico (5,99) para un nivel de confianza del 95%. Esto indica que no hay diferencias significativas entre las tres opciones de respuesta, lo que significa que la cantidad de pilotos que sigue las pautas nutricionales previas al vuelo recomendadas es similar a la de aquellos que no la siguen o que la siguen a veces (figura 17).

Dado que una insuficiente alimentación antes del vuelo puede conducir a situaciones leves de hipoglucemia, lo que puede afectar a la seguridad de vuelo, es sorprendente que un tercio de los pilotos no siga las pautas recomendadas y que otro tercio solamente las siga ocasionalmente. Una causa de ello, posiblemente, se deba al régimen u horario de los vuelos planificados, que a veces permitan cumplirlo y otras no. También simplemente se pueda deber a la poca importancia que se le da a ello en el mundo aeronáutico. Siempre se habla del sueño y descanso y pocas veces se le da la importancia necesaria a la alimentación y nutrición, siendo uno de los grandes pilares respecto a la salud; junto con el descanso y el ejercicio físico. Por tanto, aunque es difícil que se produzca un incidente debido a faltas nutricionales importantes, sí que deberían seguirse las pautas recomendadas, ya que podrían mejorar las capacidades de los pilotos y, por ende, su eficacia operativa.



Figura 17. Respuestas a la cuestión sobre las recomendaciones nutricionales previas al vuelo.  
Fuente: Elaboración propia.



## 4. ANÁLISIS DE MEDIDAS MEDIANTE METODOLOGÍA AHP

En este apartado se muestra en primer lugar, una descripción y usos del método AHP. A continuación, se procede a la aplicación y desarrollo de esta metodología para las alternativas propuestas. Finalmente, se obtienen unos resultados en base a los criterios y los objetivos establecidos en este trabajo.

### 4.1. Descripción del método AHP

El método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) o Proceso de Análisis Jerárquico es un método de decisión multicriterio, creado y desarrollado en los años setenta por el profesor Thomas L. Saaty. Su elemento fundamental es la comparación entre elementos de manera pareada, ya sean medibles objetivamente o mediante asignaciones de escalas relativas de comparación. Esta metodología es utilizada ampliamente en “la toma de decisiones multicriterio, la planificación y la asignación de recursos y en resolución de conflictos” (Saaty, 1987, 2004).

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección de la alternativa más adecuada entre un conjunto de ellas, teniendo en cuenta una serie de criterios cualitativos y cuantitativos. Es fundamental la participación de agentes expertos, quienes, a partir de procedimientos de evaluación racionales y consistentes, permitan tomar decisiones frente a problemas que contienen aspectos intangibles a evaluar (Toskano, 2005).

En el caso del método AHP, a través de la construcción de un modelo jerárquico, proporciona la posibilidad de organizar la información relativa a un problema para después descomponerla y analizarla. De esta manera, el método AHP se fundamenta en varias partes: la estructuración jerárquica, las comparaciones entre elementos dos a dos y el análisis de sensibilidad, entre otros.

En primer lugar, se construye un modelo jerárquico, en el cual se integran todos los aspectos y elementos del problema que se está analizando, ordenándolos por niveles y estableciendo el objetivo principal, así como las medidas y criterios en los que se basan para lograrlo (figura 18).

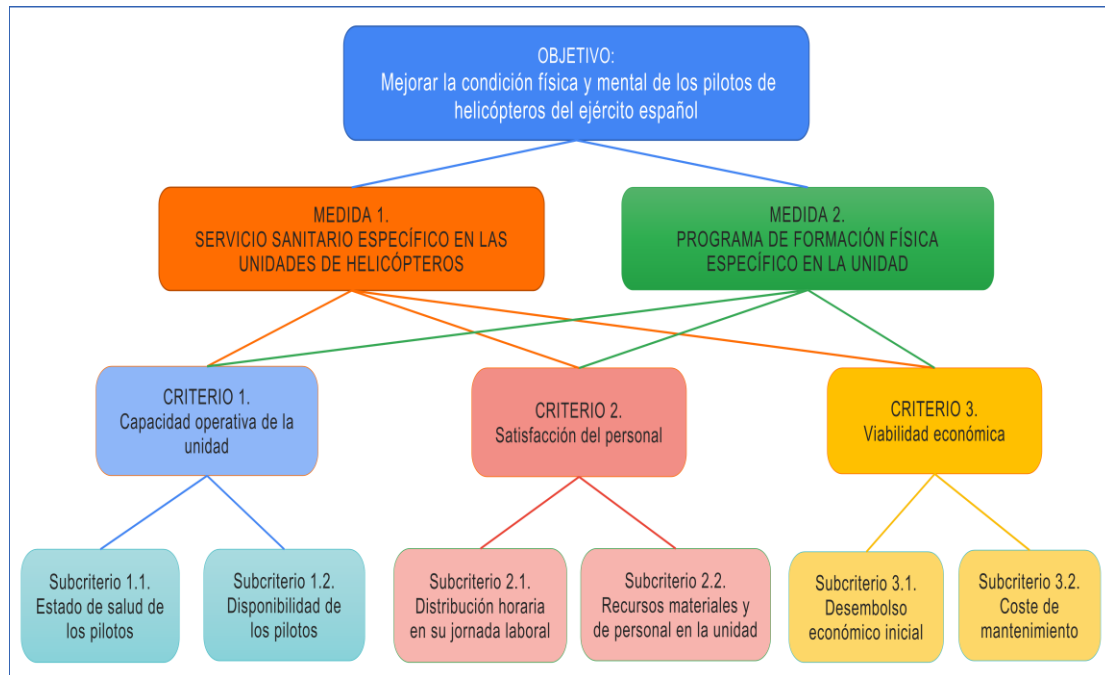


Figura 18. Diagrama conceptual del método AHP. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, una vez finalizada la fase de diseño de la jerarquía, se puede proceder a una segunda etapa, que corresponde a la evaluación matemática. La base principal del AHP son las comparaciones pareadas, donde se hace uso de una escala de valoración (escala de Saaty, tabla 4) para calificar las preferencias de ambos elementos. Esto se hace a través de comparaciones pareadas en matrices y, tras ello, se puede calcular la prioridad o superioridad de cada elemento analizado.

Intensidad de importancia en una escala absoluta	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen por igual al objetivo.
3	Importancia moderada de uno sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre otra.
5	Importancia fuerte de uno sobre otro	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a una actividad sobre otra.
7	Importancia muy fuerte de uno sobre otro	Se favorece fuertemente una actividad y se demuestra su dominio en la práctica.



<b>9</b>	Máxima importancia de uno respecto al otro	La evidencia que favorece una actividad sobre otra es del orden más alto posible de afirmación.
<b>2, 4, 6, 8</b>	Valores intermedios entre los dos juicios adyacentes	

Tabla 4: Escala fundamental de Saaty, traducida de Saaty (1987), p. 163.

Para finalizar, una vez establecidas las prioridades a través de las comparaciones se llega a la elección de la alternativa más adecuada. No obstante, ha de tenerse en cuenta el grado de consistencia de los juicios proporcionados, ya que, si éste fuera inaceptable, el decisor debería reconsiderar y modificar sus juicios antes de continuar con el análisis.

## 4.2. Aplicación del método AHP

La aplicación del método AHP en el presente trabajo tiene como objetivo la mejora de la condición física y mental de los pilotos de helicópteros del ejército español. Para ello se contactó primeramente con personal experto, de los que finalmente se seleccionó a cuatro, oficiales: un piloto instructor, un piloto instructor con el curso de educación física y dos oficiales sanitarios militares. Se plantearon inicialmente cuatro medidas posibles a implantar, de las que finalmente se optaron por las dos más significativas y las que tendrían más posibilidades de ser implantadas finalmente. Además, se establecieron criterios y subcriterios relevantes, los cuales sirvieron para comparar las opciones propuestas.

Una vez recibido el cuestionario completo por parte de los expertos, se procedió a la aplicación del método a través del software interno del ET, AyudaDecision\_AHP\_net\_4.0. A continuación, se expone el planteamiento de las distintas alternativas y los criterios a considerar, así como el desarrollo de la aplicación del método. En el Anexo D se muestran todos los pasos aplicados en el software.

### ALTERNATIVAS PROPUESTAS

Inicialmente se plantearon varias alternativas en base a la información obtenida del Estado del Arte y de la Encuesta. Entre las que se descartaron finalmente se encontraba “**La reducción del tiempo de vuelo**” ya que, aunque iba en beneficio de la reducción de las patologías de los pilotos, su implantación sería muy complicada debido a su negatividad respecto a la operatividad de la unidad. También se eliminó la medida “**Proyecto de modificación de las cabinas de los helicópteros**” por ser una alternativa muy ambiciosa y con pocas posibilidades de implantación, principalmente por el coste y tiempo que conllevaría. Finalmente se optó por las medidas que a continuación se presentan:

#### **-MEDIDA 1. SERVICIO SANITARIO ESPECÍFICO EN LAS UNIDADES DE HELICÓPTEROS**

Se trataría de contar con personal sanitario experto en las dolencias y patologías



relacionadas con el vuelo y la medicina preventiva, quienes ayudarían a establecer pautas de prevención y actuación frente a los estímulos nocivos del pilotaje de helicópteros, ya fuera mediante jornadas de formación o asesoramiento sobre actividades beneficiosas para la salud del piloto y tripulantes; y también mediante consultas individuales a los afectados. Para ello sería necesario formar personal sanitario militar o contratar personal civil, así como habilitar zonas para las consultas.

Esta medida supondría un coste en la formación del personal sanitario militar y la habilitación de las zonas de consulta o, por otro lado, un coste para la contratación de personal civil. Este coste se prolongaría en el tiempo debido principalmente al sueldo del personal contratado. Si son militares sanitarios, el coste de la formación y quizás el incremento de salario a través de un complemento por la especialización. La opción de contratar personal civil podría serlo a tiempo parcial, es decir, pasar consulta quizás dos o tres días por la mañana (5-6 horas diarias) o todos los días de la semana (2-3 horas diarias).

## **-MEDIDA 2. PROGRAMA DE FORMACIÓN FÍSICA ESPECÍFICO EN LA UNIDAD**

La formación física ayuda a la prevención y mejora de las zonas musculares afectadas, así como una liberación de la posible carga mental de la jornada laboral como piloto de helicópteros. Esta medida supondría la adquisición de material o creación de áreas adecuadas para la realización de ejercicio, así como la elaboración de un posible plan de entrenamiento específico para pilotos.

Todo esto supondría un coste económico, que en este caso sería especialmente importante durante el inicio para la construcción o habilitación de las áreas, ya que, aunque exigiría un mantenimiento, éste no conllevaría un alto coste. Por ejemplo, en el caso de la habilitación de un parque de calistenia en las bases (ya planteada, según la IT INSTRUCCIÓN TÉCNICA de 2021 «PARQUES DE CALISTENIA»), supondría un coste considerado al principio para su construcción, pero su mantenimiento sería muy asequible, destinado principalmente al estado general de las barras y elementos del parque.

## **CRITERIOS**

### **-CRITERIO 1. Capacidad operativa de la unidad**

Este criterio engloba las características que afectarían a la capacidad operativa de la unidad. Dicha capacidad operativa depende en gran medida, por un lado, del estado de los pilotos y tripulaciones de los helicópteros; y por otra, del estado de las aeronaves y su mantenimiento. Las medidas propuestas afectarían esencialmente a los pilotos y tripulaciones.

-SUBCRITERIO 1.1. Estado de salud de los pilotos. Se refiere a las condiciones en las que se encuentran los pilotos, es decir, su estado físico y mental, el cual es indispensable para alcanzar un estado óptimo de cara a afrontar las misiones encomendadas.

-SUBCRITERIO 1.2. Disponibilidad de los pilotos. Se refiere a la relación idónea de los pilotos y tripulaciones en condiciones físicas y mentales aptas para cumplir su objetivo. No existe una gran cantidad de pilotos de helicópteros militares, por lo que una carencia de ellos



debido a posibles problemas y patologías derivadas del vuelo podría acarrear una reducción de la capacidad operativa de dicha unidad.

#### **-CRITERIO 2. Satisfacción del personal**

Se refiere al grado en el que las actividades que desempeñan los pilotos permiten cubrir las necesidades profesionales y personales, es decir, el nivel de conciliación profesional y familiar.

-SUBCRITERIO 2.1. Distribución horaria en su jornada laboral. Dentro de su jornada laboral se desarrollarían las actividades de formación física y la asistencia a consulta sanitaria del personal que lo requiera, lo que permite disponer de tiempo fuera de la jornada laboral para las relaciones interpersonales y de ocio.

-SUBCRITERIO 2.2. Recursos materiales y de personal en la unidad. El incrementar la cantidad de recursos materiales y personales para la realización de ejercicio físico o la habilitación de consultas sanitarias específicas para pilotos supondría mayor satisfacción para el personal destinado en dicha unidad.

#### **-CRITERIO 3. Viabilidad económica.**

Se refiere al desembolso económico que las unidades deberían invertir para la aplicación de algunas de las medidas expuestas (formación de personal, contratación de personal externo, mejora de instalaciones y materiales...).

-SUBCRITERIO 3.1. Desembolso económico inicial. La cantidad de dinero que supondría inicialmente cada medida. En este caso sería para la formación de personal para educación física o compra de material para realizar ejercicio en la unidad (MEDIDA 2); y por otro lado en la formación de personal sanitario o contratación por vía externa (MEDIDA 1).

-SUBCRITERIO 3.2. Coste de mantenimiento. Costes que se requerirán en el mantenimiento de cada medida. En el caso de la Medida 1 el sueldo del personal contratado y las áreas de consulta en caso de construirse; y en la Medida 2 lo referido al mantenimiento de las áreas de formación física.

Una vez establecido el modelo jerárquico del problema (figura 19), se pasa a analizar los criterios y alternativas mediante comparaciones pareadas como se ha explicado. Posteriormente, una vez realizadas todas las comparaciones, éstas se recogen en las matrices de comparación, las cuales se construyen utilizando la escala numérica de Saaty. De estas matrices se obtiene la prioridad para cada alternativa en base a los criterios y subcriterios. Como se ha mencionado, se debe garantizar la consistencia de las comparaciones, por lo que la "Razón de Inconsistencia" (RI) ha de ser inferior a 0.1 para que los resultados tengan validez.

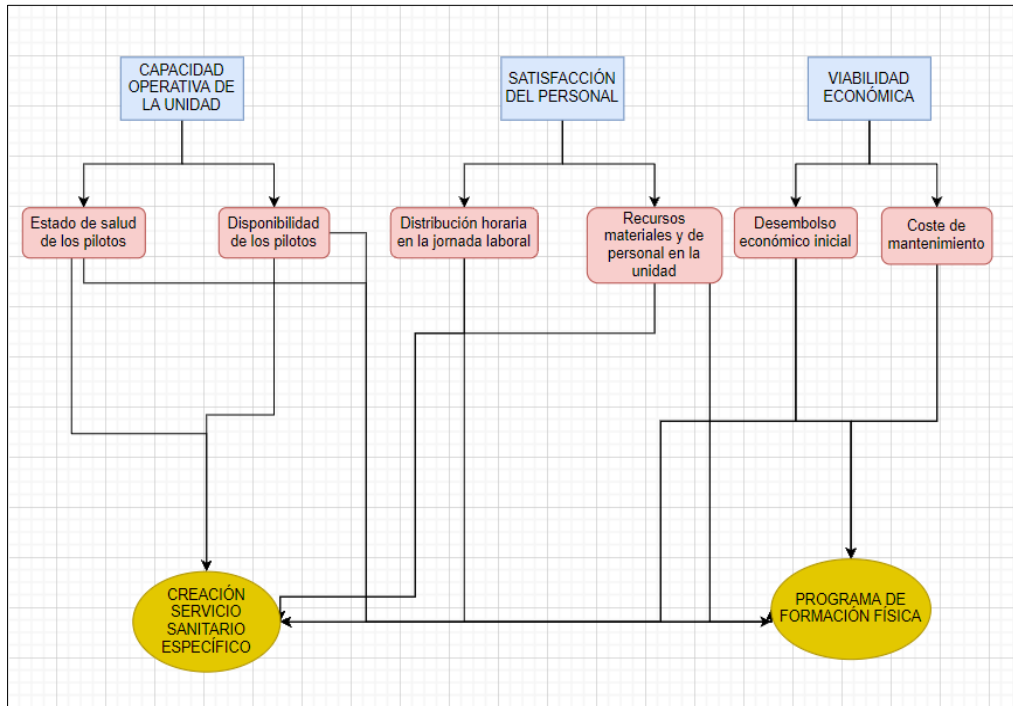


Figura 19. Árbol jerárquico del método AHP. Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Resultados de la aplicación del método AHP

En primer lugar, en cuanto al estudio de los criterios, se puede observar que la “Capacidad operativa” es el aspecto más importante para los expertos, siendo su peso relativo enormemente superior al resto (0,72), siguiendo con la “Satisfacción del personal” y la “Viabilidad económica”, con pesos de (0,19) y (0,08), respectivamente (tabla 5).

CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	SERVICIO SANITARIO	PROGRAMA FF
<b>CAPACIDAD OPERATIVA</b>	<b>0.72</b>	<b>0.79</b>	<b>0.21</b>
+ Estado salud	0,87	0,83	0,17
+ Disponibilidad	0,13	0,50	0,50
<b>SATISFACCIÓN</b>	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>	<b>0.81</b>
+ Distribución horaria	0,25	0,25	0,75
+ Recursos	0,75	0,17	0,83
<b>VIABILIDAD ECONÓMICA</b>	<b>0.08</b>	<b>0.13</b>	<b>0.87</b>
+ Desembolso inicial	0,17	0,13	0,87
+ Coste mantenimiento	0,83	0,13	0,87
		<b>0.62</b>	<b>0.38</b>

Tabla 5: Resultados método AHP. Fuente: Elaboración propia.



Cabe destacar la gran diferencia entre los subcriterios dentro del aspecto “Capacidad operativa”, en el cual el subcriterio “Estado de salud de los pilotos” es muy superior a “Disponibilidad de los pilotos”, siendo el peso del primero (0,87) más de seis veces el segundo (0,17). Este hecho puede relacionarse con las palabras de uno de los expertos: “El hecho de tener disponible a muchos pilotos no significa que estos se encuentren en las mejores condiciones para cumplir las misiones encomendadas. Por ello, su estado de salud es fundamental para desarrollar una buena eficacia operativa durante el vuelo”.

También se da una gran diferencia de pesos entre los subcriterios de “Viabilidad económica”, siendo el “Coste de mantenimiento” mayor valorado (0,83) que el “Desembolso inicial”, con un (0,17). Además, en este caso se observa que la creación de un programa de formación física es muy superior respecto al servicio sanitario específico en las unidades. Esto se debe fundamentalmente al hecho de que una vez realizada la formulación y compra de material y equipo de formación física, el mantenimiento de las instalaciones sería muy asequible respecto a la otra alternativa.

En cuanto a la valoración de las alternativas disponibles, se aprecia que, a pesar de que la opción “Programa específico de Formación Física en la unidad” obtiene mayor puntuación para los criterios de viabilidad económica y satisfacción del personal, la opción “Servicio sanitario específico en las unidades de helicópteros” es bastante superior respecto a la otra alternativa relativa al criterio de “Capacidad operativa”. Por ello, y por el gran peso del criterio “Capacidad operativa”, el resultado final apunta a que la mejor alternativa es la creación de un servicio sanitario específico para los pilotos en las unidades de helicópteros, con un 62% frente al 38% obtenido para el programa de formación física específico.

Cabe destacar algunos aspectos relativos a la valoración de los expertos. La elección de sus perfiles se centró en el personal más indicado para la solución del problema planteado (mejora de la eficacia operativa de los pilotos), por lo que se priorizaron a pilotos y sanitarios. Si hubiese participado personal de otras áreas, como intendentes o interventores -expertos en el planeamiento y administración de los recursos económicos y en gestión económico-financiera-, los resultados probablemente habrían sido diferentes. Además, como actualmente el Ejército de Tierra (y las Fuerzas Armadas en su conjunto) está sufriendo la falta de presupuesto, material y personal; quizá el criterio de “Coste económico” cobraría más importancia. Además, no hay que olvidar que ambas alternativas no son excluyentes.

Para finalizar, en un posible planteamiento de ambas alternativas se podría comenzar con la medida de la formación física por ser fácil de implementar y sin un alto coste, además de ir muy en favor del criterio “Satisfacción del personal”. Por un lado, la creación de planes de entrenamiento específicos para pilotos lo plantearían militares licenciados en educación física y presentes en las unidades. Por otro, la adquisición de material y construcción de áreas de formación física no requeriría mucho esfuerzo en tiempo y coste para la unidad. Valorando posteriormente los resultados de esta medida, podría estudiarse la implantación de la alternativa 1 relativa a la consulta sanitaria, teniendo en cuenta la situación económica del momento y si los fondos de esa unidad lo permitirían. De hecho, otra posible medida previa al establecimiento de áreas sanitarias y contratación de dicho personal en las bases podría centrarse en el convenio con empresas y consultas sanitarias externas para facilitar la atención a personal militar mediante descuentos, por ejemplo.



## 5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

A continuación, se van a exponer una serie de conclusiones y a proponer algunas líneas futuras de trabajo. El trabajo como piloto de helicópteros puede conllevar algunas consecuencias negativas, tanto físicas como mentales. Por ello, es necesario establecer medidas encaminadas a paliar o prevenir esos efectos negativos, para, en última instancia, mejorar la eficacia operativa de los pilotos.

En primer lugar, el análisis de la encuesta y la aplicación del método AHP han sido útiles para establecer dos vías de actuación principales: la primera relativa a la atención sanitaria y la segunda relacionada con la actividad física y el deporte. Con el planteamiento del método AHP se obtuvo que la mejor alternativa respecto a los criterios establecidos era la creación de un servicio sanitario específico. No obstante, ambas opciones están relacionadas y no son excluyentes, por lo que una combinación de ellas sería la mejor opción.

La vía de la actividad física podría introducirse primero a corto plazo, puesto que es más fácil de implementar y la más viable en cuanto a coste. Una posible pauta de actuación consistiría en el establecimiento de ejercicios físicos específicos que reforzasen la musculatura mayormente afectada y priorizando el entrenamiento de fuerza. Lo óptimo sería crear un plan de entrenamiento en el que se incluyesen ejercicios para la zona lumbar y el cuello, mayoritariamente. Esto ayudaría a una disminución de la probabilidad de padecer dolor y desarrollar lesiones en esas zonas, las más críticas en el pilotaje de aeronaves de ala rotatoria.

Una manera de fomentar la actividad física implicaría dar una mayor importancia a la formación física durante la jornada laboral, enfocándola a entrenamientos que mejoren o refuercen las partes habitualmente más afectadas en los pilotos de helicópteros. El programa debería combinar ejercicios de fuerza, estabilización y flexibilidad, los cuales deberían estar bajo supervisión y orientación. También incluir los ejercicios de estiramiento en vuelo como procedimiento operativo ayudaría a interiorizarlo en los pilotos.

Por tanto, sería interesante establecer un plan de entrenamiento que incluyese, además de sesiones aeróbicas y anaeróbicas y sesiones de fuerza; ejercicios específicos para el fortalecimiento de las partes antes mencionadas: región cervical y lumbar. También sería recomendable incluir sesiones de estiramiento para el cuello y la espalda en general, o tomar el hábito del uso de la tabla de inversión o el rodillo de espuma (*foam roller*) tras el vuelo<sup>14</sup>. En el Anexo F se incluye una explicación de ejercicios específicos.

La duración del vuelo es un factor muy importante. En la instrucción diaria se podrían planificar vuelos de no más de dos horas seguidas, si la situación táctica (en caso de ejercicios tácticos) lo permitiera. Esto reduciría la intensidad de los estímulos nocivos derivados de largos períodos de vuelo.

Para finalizar, la distribución de esta información es fundamental. Se podría realizar a través de la Oficina de Seguridad de Vuelo a los pilotos y tripulaciones, informando sobre las

---

<sup>14</sup> El *foam roller* o rodillo de espuma es un elemento usado mediante la aplicación de presión sobre puntos específicos de forma que se mejore la recuperación muscular y la amplitud y movimiento de las articulaciones.



posibles patologías que puedan desarrollar debido a su trabajo, así como proporcionar pautas de actuación y prevención para minimizar el desarrollo de esas patologías. Además, sería óptimo poner a disposición del personal implicado accesorios o dispositivos que ayuden a limitar o retrasar la aparición de dolencias. Algunos de ellos se exponen a continuación:

- **Cojín lumbar**

El cojín lumbar es habitual en el ámbito de oficina y en determinados sectores de transporte dedicados a largos trayectos. En el caso de los helicópteros, se presenta como un medio para corregir la postura asimétrica debido a la ergonomía del asiento y controles de la aeronave. De este modo, se pone a disposición en las unidades militares de helicópteros para los pilotos, recomendándose su uso.

- **Tabla de inversión**

Es un aparato que se emplea para aliviar la presión que ejerce la gravedad sobre los nervios espinales y la columna vertebral (figura 20). Hoy día es usado en múltiples ámbitos debido a la gran cantidad de problemas articulares y de espalda que se dan en la actual sociedad. Esto, llevado al campo de los helicópteros, puede resultar beneficioso para los pilotos, ayudando en el estiramiento de la columna y mejorando la circulación sanguínea en esa zona, además de aliviar los dolores de espalda en general e incluso el estrés.



Figura 20. Tabla de inversión. Fuente: Elaboración propia

- **Protectores auditivos**

La exposición a los ruidos procedentes de las aeronaves y maquinaria de trabajo del entorno aeronáutico pueden repercutir en la salud de los pilotos a través de la pérdida auditiva. La seguridad de vuelo y eficacia operativa depende en gran medida de las comunicaciones de los pilotos y la tripulación, entre ellos y los demás helicópteros, así como las comunicaciones con la torre de control. Por ello, las medidas preventivas para combatir el ruido y los sonidos altos están relacionadas con evitar las exposiciones prolongadas a los ruidos excesivos, tanto dentro como fuera del ámbito laboral, así como el uso de sistemas de protección personal contra el ruido, esto es, tapones y protectores auditivos que permitan la comunicación y escucha de las alarmas y avisos de los sistemas propios del helicóptero.



Para concluir, se presentan algunas de las posibles líneas futuras de investigación:

- Estudiar la posible implantación de un servicio sanitario en las bases de FAMET mediante un análisis de viabilidad, con el fin de abordar los problemas y lesiones que padecen los pilotos y demás personal relacionado con las actividades aeronáuticas.
- Estudiar el posible rediseño de la ergonomía de las cabinas de los helicópteros. Esto podría incluir algunos aspectos como: acercar el cíclico y el colectivo al cuerpo del piloto; mejora del diseño del asiento y del respaldo (más contornos) con un buen soporte lumbar, mejoras en el soporte de los muslos (diseño y cojín para absorber las vibraciones).
- Estudiar la implantación de pruebas específicas en el TGCF relativas a la labor realizada en las diferentes unidades y especialidades del ET. Esta opción podría plantearse primeramente mediante la implementación de alguna prueba específica en relación con la especialidad manteniendo las demás. Por ejemplo, en el caso de los pilotos se podría incluir una prueba de resistencia-fuerza de la región lumbar. Después se podría progresar poco a poco hacia unas pruebas más específicas, siempre manteniendo unos mínimos en las cualidades básicas.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Academia Antioqueña de Aviación (2018). "Enfermedades ocasionadas por la mala alimentación". *Boletín del Sistema de Gestión de la Seguridad Operacional (Boletín SMS)*, Agosto 2018, p. 2.

Adams, R. J., Ericsson, A. E. (2000) "Introduction to Cognitive Processes of Expert Pilots", *Journal of Human Performance in Extreme Environments*, 5 (1), DOI: 10.7771/2327-2937.1006.

Ang, B., Harms-Ringdahl, K., (2006). "Neck pain and related disability in helicopter pilots: A survey of prevalence and risk factors". *National library of medicine*, 77(7), pp. 713–9.

Australian Acute Musculoskeletal Pain Guidelines Group (2003). *Evidence-based management of acute musculoskeletal pain*.

Ballard, M. T., Madison, A., Chancey, V. (2020). *Human Response to Whole Body Vibration in Aviation.: A brief Review*.

Biering-Sørensen, F. (1984). "Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period", *National Library of Medicine*, 9 (2), pp. 106-119, DOI: 10.1097/00007632-198403000-00002.

Bongers, P. M, Hulshof, C. T., Dijkstra, L., Boshuizen, H. C., Groenhout, H. J., Valken, E. (1990). "Back pain and exposure to whole body vibration in helicopter pilots", *National Library of Medicine*, 33 (8), DOI: 10.1080/00140139008925309.

Bridger, R. S., Groom M. R., Jones, H., Pethybridge, R.J., Pullinger, N. (2002) Task and postural factors are related to back pain in helicopter pilots. 73: 805- 811)

Caicedo, Barbosa, Cruz, Gualtero, Sanabria (2013). *Fuerza muscular, flexibilidad y postura en la prevalencia de dolor lumbar de los tripulantes de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia*.

Caldwell, J. (2005). "Fatigue in aviation", *Travel Medicine and Infectious Disease*, 3(2), 85–96, DOI: 10.1016/j.tmaid.2004.07.008.

Charles, L. E., Ma, C. C., Burchfiel, C. M., Dong, R. G. (2018). "Vibration and Ergonomic Exposures Associated with Musculoskeletal Disorders of the Shoulder and Neck", *National Library of Medicine*, 9 (2), pp. 125-132, DOI: 10.1016/j.shaw.2017.10.003.

Çınar-Medeni, Ö., Atalay, N. y Erdoğan, M. (2015). *The Predictors of Low Back Pain in Helicopter Pilots*.

Contribución al estudio de la lumbalgia inespecífica. *Rev Cubana Ortop. Traumatol* 2006; 20 (2): 1-26.)

Department of Defense of United States of America (2017). *Study on Health of Helicopter and Tiltrotor Pilots: Literature Review and Epidemiology Study*. DoD.

Dupuis, H., Zerlett, G. (1987). *Whole-body vibration and disorders of the spine*.



Evidence-Based Management of Acute Musculoskeletal Pain. Australian Academic Press Pty. Ltd.; 2003.)

Fonseca, M. L., Pérez, C., Ceca, F., Blanco, R., Jiménez E. M. (2015). *Entrenamiento aeromédico para tripulaciones aéreas*.

Forde, A., Wayne J., Harrison, M. F., Neary, J. P., Croll, J., Callaghan, J. P. (2011) "Neck loads and posture exposure of helicopter pilots during simulated day and night flights". *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41 (2), pp. 128-135. DOI: 10.1016/j.ergon.2011.01.001.

Franco, M. L. (2009). "Bloqueos diagnóstico-terapéuticos de carillas articulares cervicales", *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, 16 (9), pp. 116-121.

García, A. "La alimentación del Ejército de Tierra en operaciones. La ración individual de combate". *Sanidad militar*, (2014), 70 (4), pp. 293-306.

García-Masa, A., Ortegab, E., Ponsetic, J., Teresad, C. y Cárdenase, D. (2015). *Workload and cortisol levels in helicopter combat pilots during simulated flights*.

Gavilán, F. (1995), *Preparación física del piloto de aviación*.

Gaydos, S. J. (2012), "Low back pain: considerations for rotary-wing aircrew". *National Library of Medicine*. 83 (9), pp. 879-89, DOI: 10.3357/asem.3274.2012.

Gómez A. M. (2020), Factores Humanos para aviación, Centro Universitario de la Defensa.

Griffin, M. J. (2002). *Human Response to Vibration*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/256799700\\_Human\\_Response\\_To\\_Vibration](https://www.researchgate.net/publication/256799700_Human_Response_To_Vibration) [Consultado 05-08-2021].

Hamalainen, O., Vanharanta, H., & Bloigu, R. (1993). "Determinants of +Gz-related neck pain: A preliminary survey. Aviation", *Space and Environmental Medicine*, 64(7), 651–652. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8357321/> [Consultado: 15-08-2021].

Hoppenfeld, S. (1999). *Exploración física de la columna vertebral y las extremidades*.

Imma Caicedo-Molina, I., Barbosa-Peña, M., Cruz-Cruz, W., Gualtero-Ussa, H. y Sanabria-Chacón, J. (2013) *Fuerza muscular, flexibilidad y postura en la prevalencia de dolor lumbar de los tripulantes de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia*.

Instituto Nacional de Estadística (2020). *Encuesta Europea de Salud en España 2020 (apartado 4.3) (EESE-2020)*. Disponible en: [https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es\\_ES&c=INESeccion\\_C&cid=1259926692949&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayOut&param1=PYSDetalle&param3=1259924822888](https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926692949&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayOut&param1=PYSDetalle&param3=1259924822888) [Consultado: 05-08-2021].

Kittusamy, N. K., Buchholz, B. (2004). "Whole-body vibration and postural stress among operators of construction equipment: a literature review", *National Library of Medicine*, 35 (3), pp. 255-261, DOI: 10.1016/j.jsr.2004.03.014.

Knox, J. B., Banks, J., Knox, J. A. (2018). *Lumbar Disc Herniation in Military Helicopter Pilots*



vs. *Matched Controls*.

Lenart, D. (2019). "The location of back pain as a factor differentiating the physical fitness of cadets of the Military Academy of Land Forces", *National Library of Medicine*, 89 (5), pp. 442-445, DOI: 10.3357/AMHP.4935.2018.

Martínez-Pardo, E., Martínez-Ruiz, E., Alcaraz, P. E. y Rubio-Arias, J. A. (2015) *Efectos de las vibraciones de cuerpo completo sobre la composición corporal y las capacidades físicas en adultos jóvenes físicamente activos*.

Méndez, F. (2010). *Ruido de la aviación militar y sus efectos sobre el corazón de las tripulaciones y personal de tierra*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.

Ministerio de Defensa (2019). *Memoria de actividades de los servicios de prevención de riesgos laborales del MINISDEF 2019*, p. 91.

Moreno, R. (2018). *Actuaciones y Limitaciones Humanas*.

Murray, M., Lange, B., Nørnberg, B., Søgaaard, K. y Sjøgaard, G. (2015). *Specific exercise training for reducing neck and shoulder pain among military helicopter pilots and crew members: a randomized controlled trial protocol*.

Netter, F. H. (1998). *Atlas de anatomía humana*.

Newman, D. G. (1997). "GZ-induced neck injuries in Royal Australian Air Force fighter pilots", *Aviation, space, and environmental medicine*, 68 (6), pp. 520-524. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9184740/#:~:text=Of%20the%20respondents%2C%2044%20reported,having%20interfered%20with%20mission%20completion>. [Consultado: 15-08-2021].

Organización de la Aviación Civil Internacional (2012). *Manual de Medicina Aeronáutica Civil*.

Orsello, C., Phillips, A., Moore, J. y Rice, G. (2013). "In-flight neck pain among U.S. Navy H-60 helicopter pilots: predictors, prevalence, and impact", *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 84 (4).

Pérez-Guisado, J., (2006) "LUMBALGIA Y EJERCICIO FÍSICO". *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte / International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 6 (24), 2006, pp. 230-247

Phillips, Andrea S. (2011). *The scope of back pain in Navy helicopter pilots*.

Physical Measurements as Risk Indicators for low back trouble over a one-year period. *Spine* 1984; 9:106-119.)

Pierre, R. y Maguire, D. (2004). *The impact of A-weighting sound pressure level measurement during the evaluation of noise exposure*.

Rintala, H., Häkkinen, A., Siitonen, S. y Kyröläinen, H. (2015). *Relationships Between Physical Fitness, Demands of Flight Duty, and Musculoskeletal Symptoms Among Military Pilots*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/285595066\\_Relationships\\_Between\\_Physical\\_Fitness](https://www.researchgate.net/publication/285595066_Relationships_Between_Physical_Fitness)



[Demands of Flight Duty and Musculoskeletal Symptoms Among Military Pilots](#)

[Consultado 01-08-2021].

Rodríguez, D. (2012). *Psicología en las Fuerzas Armadas*.

Saaty, R. W. (1987). *The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. Mathematical Modelling*, Vol. 9, No. 3-5, pp. 161-176, DOI:10.1016/0270-0255(87)90473-8.

Saaty, T.L., (2004), "Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP)". *J. Syst. Sci. Syst. Eng.*, 13, pp. 1–35, DOI: 10.1007/s11518-006-0151-5.

Seidel, H., Heide, R. (1986). "Long-term effects of whole-body vibration: A critical survey of the literature". *National library of medicine*, 58(1), pp. 1-26. DOI: 10.1007/BF00378536.

Shanahan, D. F., Reading, T. E. (1984). "Helicopter pilot back pain: a preliminary study", *Aviation, space and environmental medicine*, DOI:10.1016/0022-460x(84)90643-6.

Shen, X., Wu, Y. & Zhang, D. Nighttime sleep duration, 24-hour sleep duration and risk of all-cause mortality among adults: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Sci Rep* 6, 21480 (2016). <https://doi.org/10.1038/srep21480>.

Thureson, M., Ang, B., Linder, J. y Harms-Ringdahl K. (2003) "Neck muscle activity in helicopter pilots: effect of position and helmet-mounted equipment". *National library of medicine*, 74 (5), pp. 527-32.

Toro, M. (2019). *Dieta de la fuerza aérea: cómo funciona, alimentos, recomendación*. Disponible en: <https://www.lifeder.com/dieta-de-la-fuerza-aerea/> [Consultado: 05-08-2021].

Truszczyńska, A., Lewkowicz R., Truszczyński O., Rapała K. y Wojtkowiak M. (2012). *Back pain in polish military helicopter pilots*.

Vanderbeek, R. D. (1988). "Period prevalence of acute neck injury in U.S. Air Force pilots exposed to high G forces", *National Library of Medicine*, 59 (12), pp. 1176-1180. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3240219/>. [Consultado: 01-08-2021].

Van den Oord, M. (2012). *Prevention of flight-related neck pain in military aircrew*.

Velasco, C. (2013). "Entrenamiento para personal de vuelo". *Entrenamiento para ambientes extremos*, pp. 75-86.

Velasco, C., Alonso, C., Salinas, J. C., Ríos, F., Cantón, J. J., Delgado, J. M., Valle, J. B. (1990). "Dolor de espalda en pilotos de helicóptero españoles". *Revista de Sanidad de las Fuerzas Armadas de España*, 46 (3), pp. 295-296.



## **ANEXOS**

<b>Anexo A. Cuestionario formación física y eficacia operativa en pilotos de helicópteros.</b>	<b>38</b>
<b>Anexo B. Respuestas al cuestionario.</b>	<b>48</b>
<b>Anexo C. Contrastes estadísticos del cuestionario.</b>	<b>63</b>
<b>Anexo D. Aplicación del método AHP.</b>	<b>76</b>
<b>Anexo E. Propuesta de ejercicios para la región del cuello o cervical.</b>	<b>79</b>
<b>Anexo F. Propuesta de ejercicios para la región lumbar.</b>	<b>81</b>
<b>Anexo G. Recomendaciones nutricionales para la alimentación en entorno aeronáutico.</b>	<b>87</b>



## Anexo A. Cuestionario formación física y eficacia operativa en pilotos de helicópteros.

En este primer anexo se presentan todas las preguntas que formaron parte de la encuesta. La elaboración del cuestionario se realizó a través de la plataforma “formularios de Google”, y posteriormente se distribuyó mediante enlace informático. La información extraída se empleó para distintos apartados del trabajo.

### Encuesta sobre formación física y eficacia operativa en pilotos de helicópteros.

Esta encuesta es totalmente anónima y su objetivo es analizar los posibles problemas y molestias a los que se expone un piloto de helicópteros y su relación con la formación física. Por favor, conteste de manera sincera. Este formulario forma parte de la realización del Trabajo de Fin de Grado del CAC Montero.

**\*Obligatorio**

Datos básicos

1. Edad \*

---

2. Sexo \*

*Marca solo un óvalo.*

Hombre

Mujer

3. Institución a la que pertenece \*

*Marca solo un óvalo.*

Ejército de Tierra

Ejército del Aire

Armada

Guardia Civil

Otro: \_\_\_\_\_



4. Escala \*

*Marca solo un óvalo.*

- Oficiales
- Suboficiales
- Tropa
- Personal Civil

5. Antigüedad (años de servicio) \*

---

**Relacionadas con el piloto**

Datos relacionados con la carrera aeronáutica de los pilotos encuestados.

6. Tiempo de experiencia en vuelo (en años) \*

---

7. Media de horas de vuelo semanales \*

---

8. Tiempo medio de vuelo en su jornada laboral (en horas) \*

*Marca solo un óvalo.*

- 1 hora
- 2 horas
- 3 horas
- Más de 3 horas

9. Tiempo medio entre vuelos \*



Marca solo un óvalo.

- Menos de 24 horas
- Entre 24 y 48 horas
- Más de 48 horas

10. Grado de exigencia física y mental en su jornada laboral

Marca solo un óvalo por fila.

	1 Nada exigente	2 Poco exigente	3 Bastante exigente	4 Muy exigente
Carga física	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carga mental	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. ¿Se encuentra cansado al final de la jornada laboral?

Marca solo un óvalo.

- Nada cansado
- Poco cansado
- Bastante cansado
- Muy cansado

12. ¿Cuántas horas duerme la noche anterior a una jornada laboral? \*

Marca solo un óvalo.

- <5
- 5
- 6
- 7



- 8
- >8

13. ¿Ha tenido alguna vez molestias en...?

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Cuello
- Hombro
- Codo o antebrazo
- Muñeca o mano
- Lumbar
- Cadera
- Rodilla
- Tobillo

14. Indique el grado de sus molestias (No conteste las NO marcadas en lapregunta anterior)

*Marca solo un óvalo por fila.*

	Muy leve	Leve	Moderada	Fuerte	Muy fuerte
Hombro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lumbar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Codo o antebrazo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Muñeca o mano	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cadera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rodilla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tobillo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



15. ¿Considera usted que estas molestias afectan de alguna manera al desempeño de sus actividades profesionales? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí  
 A veces  
 No

16. ¿Alguna de las molestias ha requerido asistencia médica o fisioterapia?

*Marca solo un óvalo.*

- Sí  
 No

17. ¿Cree que esos problemas se deben a su trabajo como piloto de helicópteros? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí  
 No

18. ¿A qué atribuye estas molestias? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Tiempo de vuelo  
 Ergonomía del helicóptero  
 Peso del equipo (casco, chaleco de supervivencia, etc.)  
 Fatiga  
 Vibraciones de la aeronave  
 Estrés  
 Otro: \_\_\_\_\_



19. ¿Utiliza algún accesorio o dispositivo para minimizar esas posibles molestias durante el vuelo? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Cojín lumbar
- Faja lumbar
- Codera
- Muñequera
- Rodillera
- Tobillera
- Otro: \_\_\_\_\_

## Formación física

Sección relacionada con la formación física de los pilotos de helicópteros.

20. ¿Realiza algún tipo de actividad física? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No

21. ¿Qué tipo de actividad física?

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Resistencia (aeróbica o anaeróbica)
- Fuerza (máxima, resistencia, hipertrofia)
- Flexibilidad (estiramientos, yoga, pilates...)
- Velocidad (sesiones específicas de esta cualidad)



22. ¿Con qué intensidad?

Marca solo un óvalo por fila.

	Baja	Moderada	Alta
Resistencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fuerza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flexibilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Velocidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. ¿Cuántos días a la semana?

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5	6	7
Resistencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fuerza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flexibilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Velocidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Minutos por sesión que realiza en sus entrenamientos.

Marca solo un óvalo por fila.

	<30	Entre 31 y 60	Entre 61 y 90	Entre 91 y 120	>120
Resistencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fuerza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flexibilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Velocidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



*Marca solo un óvalo por fila.*

	Sí	No	A veces
Antes del vuelo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Después del vuelo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. ¿Cree que realizar ejercicios de estiramiento o calentamiento antes y después del vuelo le beneficiaría para prevenir molestias? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No

27. ¿Realiza algún ejercicio físico específico para fortalecer...? \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Cuello
- Hombro
- Antebrazo
- Muñeca
- Lumbar
- Rodilla
- Tobillo

28. ¿Cómo de acuerdo está con la siguiente afirmación: "la formación física en las unidades de helicópteros suele ser apropiada"? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Muy de acuerdo
- De acuerdo



Poco de acuerdo

Nada de acuerdo

29. ¿Cómo considera que son los recursos y medios que su unidad dispone para la formación física?

*Marca solo un óvalo.*

Muy adecuados

Adecuados

Poco adecuados

Nada adecuados

30. Marque las opciones que cree que ayudarían a mejorar la realización de formación física en su unidad. \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

Mejor planificación de la formación física.

Mayor tiempo para la realización de la formación física.

Mejor distribución de horarios en su rutina de trabajo.

Correcta selección de rutinas y ejercicios que aborden los problemas del piloto.

Otro:

\_\_\_\_\_

## Nutrición

Breve sección sobre hidratación y alimentación en pilotos de helicópteros.

31. ¿Cree que tiene una correcta hidratación diaria?

*Marca solo un óvalo.*

Sí

No



32. ¿Sigue las recomendaciones sobre la ingesta de alimentos previa al vuelo

(hidratos de carbono 1-2 horas antes y no gran cantidad de comida)?

*Marca solo un óvalo.*

Sí

No

A veces



## Anexo B. Respuestas al cuestionario.

El presente anexo está directamente relacionado con el anterior. En él se muestran las tablas de frecuencias relativas y absolutas, así como los gráficos de las respuestas de la encuesta realizada en el presente trabajo. Con estos datos se realizó el análisis estadístico mostrado en la memoria.

**Pregunta 1. Edad.** Se obtuvieron respuestas entre los 22 y 55 años, siendo “22”, “39” y “45” las opciones mayoritarias, con 4 participantes en cada una. (Gráfico 1).

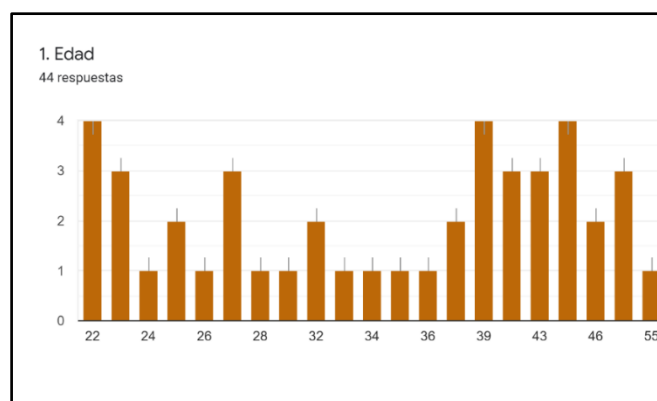


Gráfico 1. Respuestas a la pregunta 1. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 2. Sexo.** Casi la totalidad fueron hombres. Solamente una mujer participó en el cuestionario. (Gráfico 2).

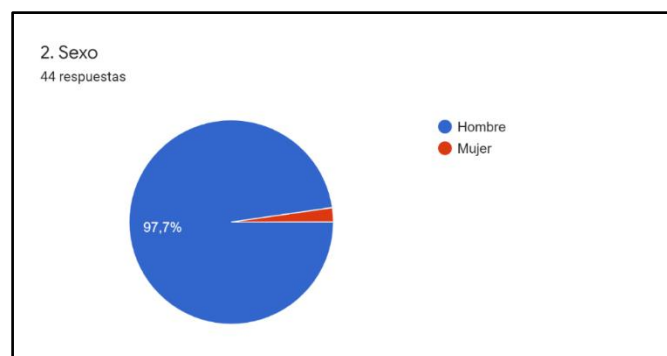


Gráfico 2. Respuesta a la pregunta 2. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 3. Institución a la que pertenece.** Hubo participación de personal de los tres ejércitos (Tierra, Aire y Armada) y de la Guardia Civil, siendo “Ejército de Tierra” la opción con mayor número de respuestas (37 participantes). (Gráfico 3).

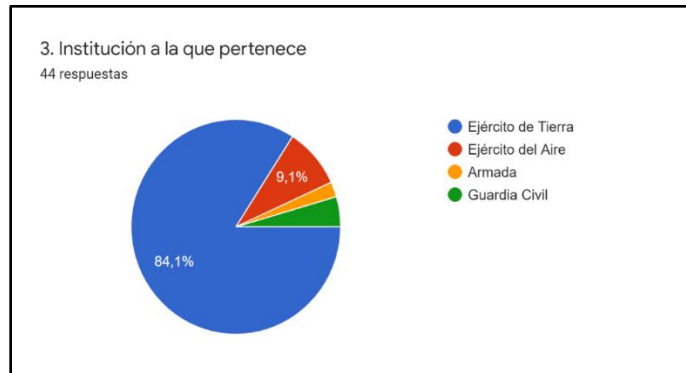


Gráfico 3. Respuestas a la pregunta 3. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 4. Escala.** Se ha obtenido respuesta de las tres escalas de empleo (oficial, suboficial y tropa), siendo la de “Oficiales” la opción con mayor número de respuestas (32 participantes). (Gráfico 4).

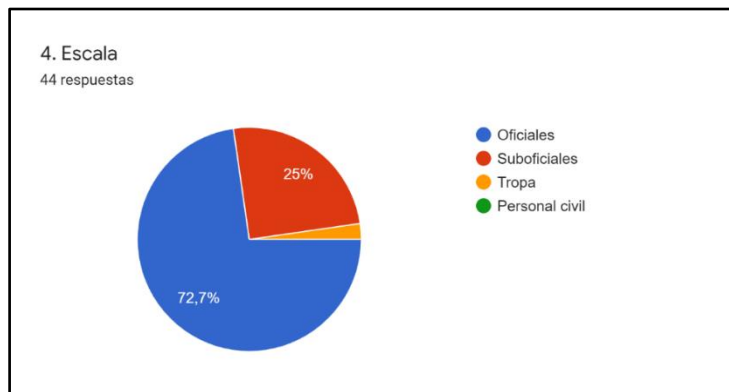


Gráfico 4. Respuestas a la pregunta 4. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 5. Antigüedad (años de servicio).** Respuestas entre los 4 y los 34 años de servicio, siendo “4” años la de mayor número (5 participantes), seguida de “5” años (4 participantes). (Gráfico 5).

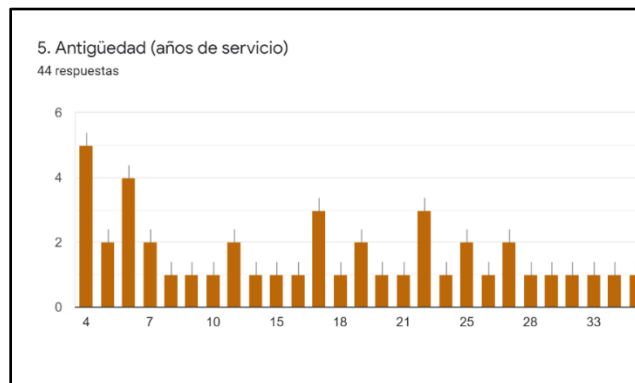


Gráfico 5. Respuesta a la pregunta 5. Fuente: Elaboración propia.



## Preguntas relacionadas con el piloto. Datos relacionados con la carrera aeronáutica de los pilotos encuestados.

**Pregunta 6. Tiempo de experiencia en vuelo (en años).** Respuestas entre 1 y 28 años de experiencia en vuelo, siendo la de "1" año (13 participantes) la de mayor número de respuestas, seguida de "20" y "27" años (3 participantes cada una). (Gráfico 6).



Gráfico 6. Respuestas a la pregunta 6. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 7. Media de horas de vuelo semanales.** Respuestas entre 1 y 12 horas, siendo la de "5" horas (8 participantes) la mayoritaria, seguida de "4" y "6" horas (7 participantes). (Gráfico 7).

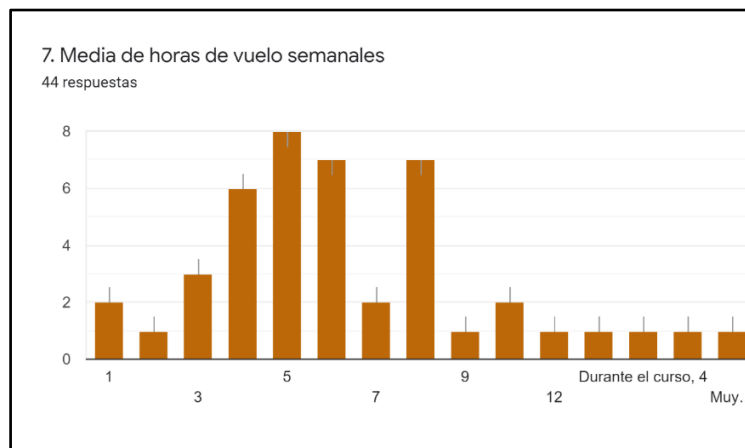


Gráfico 7. Respuestas a la pregunta 7. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 8. Tiempo medio de vuelo en su jornada laboral (en horas).** Dos únicas respuestas, 1 hora (24 participantes), 2 horas (20 participantes). (Gráfico 8).

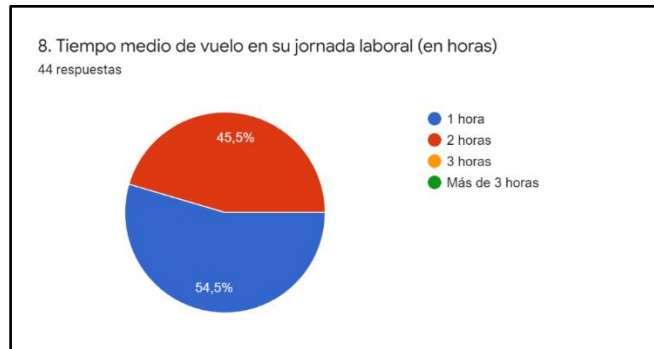


Gráfico 8. Respuestas a la pregunta 8. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 9. Tiempo medio entre vuelos.** “Entre 24 y 48 horas” es la opción con mayor número de respuestas (33 participantes). (Gráfico 9).

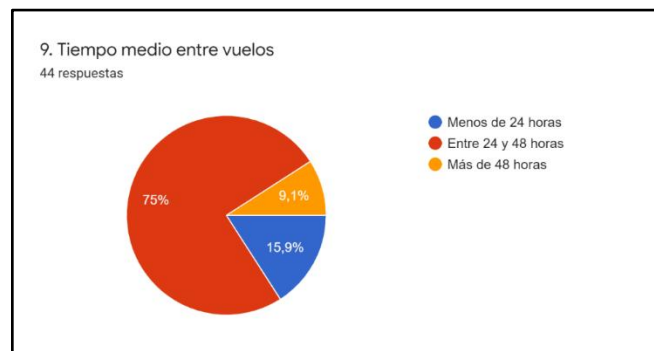


Gráfico 9. Respuestas a la pregunta 9. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 10. Grado de exigencia física y mental en su jornada laboral.** “Poco exigente” es la opción con mayor número de respuestas en carga física (30 participantes), mientras que “Bastante exigente” es la opción mayoritaria en carga mental (28 participantes). (Gráfico 10).

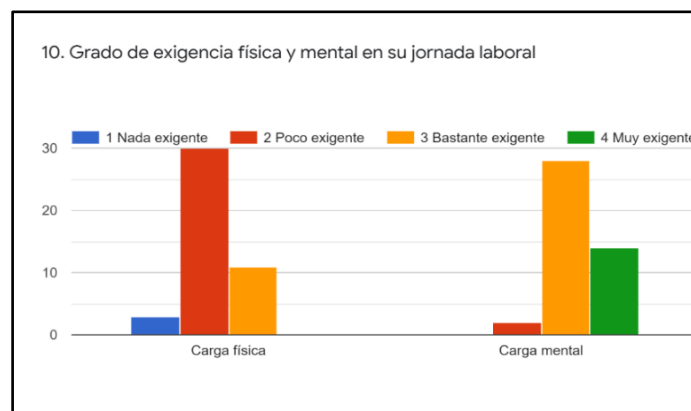


Gráfico 10. Respuestas a la pregunta 10. Fuente: Elaboración propia.



**Pregunta 11. ¿Se encuentra cansado al final de la jornada laboral?** “Bastante cansado” es la opción con mayor número de respuestas (31 participantes). (Gráfico 11).

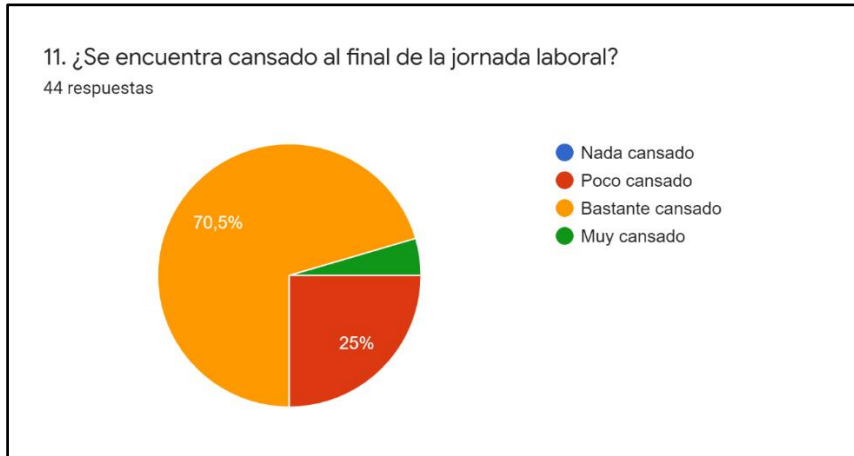


Gráfico 11. Respuestas a la pregunta 11. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 12. ¿Cuántas horas duerme la noche anterior a una jornada laboral?** “7” horas es la opción con mayor número de respuestas (25 participantes), seguido de “6” horas (12 participantes). (Gráfico 12).

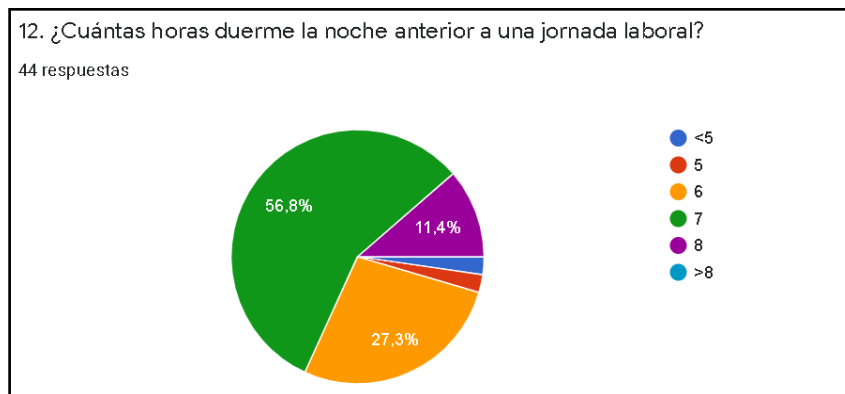


Gráfico 12. Respuestas a la pregunta 12. Fuente: Elaboración propia.



**Pregunta 13. ¿Ha tenido alguna vez molestias en...?** Pregunta con 8 opciones, pudiendo seleccionar todas las que correspondan. “Lumbar” es la opción con mayor número de respuestas (38 participantes), seguida de “Cuello” (32 participantes). (Gráfico 13).

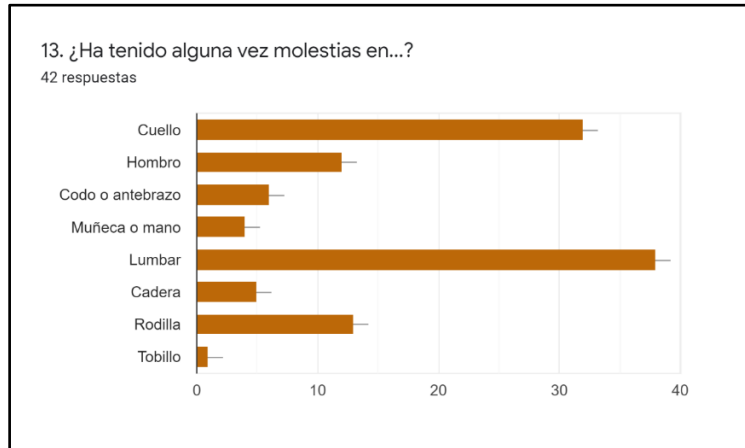


Gráfico 13. Respuestas a la pregunta 13. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 14. Indique el grado de sus molestias.** Pregunta relacionada con la número 13. “Moderada” es la opción con mayor número de respuestas en “Cuello” (16 participantes), mientras que en “Lumbar” (18 participantes). (Gráfico 14).

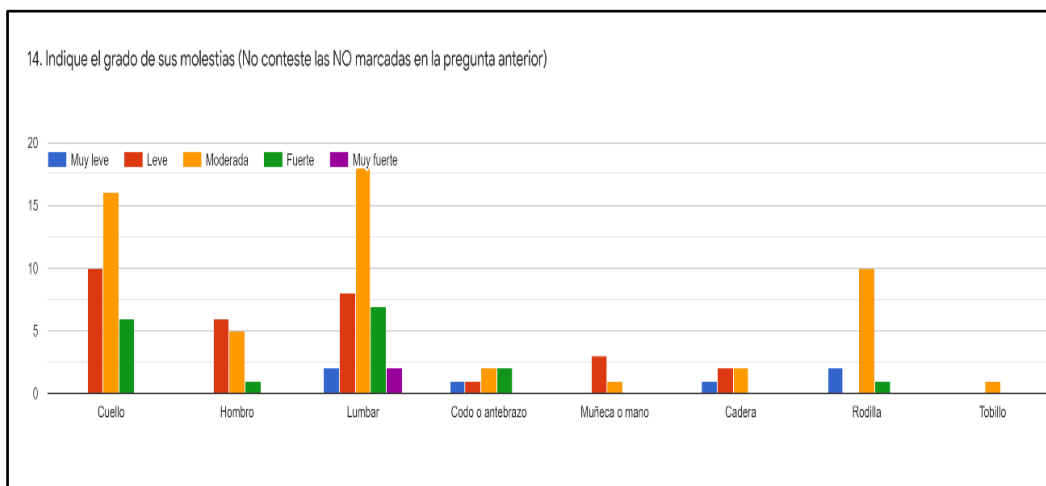


Gráfico 14. Respuestas a la pregunta 14. Fuente: Elaboración propia.



**Pregunta 15. ¿Considera usted que estas molestias afectan de alguna manera al desempeño de sus actividades profesionales?** Pregunta relacionada con la 14. “A veces” es la opción con mayor número de respuestas (26 participantes). (Gráfico 15).



Gráfico 15. Respuestas a la pregunta 15. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 16. ¿Alguna de las molestias ha requerido asistencia médica o fisioterapia?** Pregunta relacionada con la 15. Dos opciones (“Sí”, “No”), siendo “Sí” la opción con mayor número de respuestas (26 participantes). (Gráfico 16).

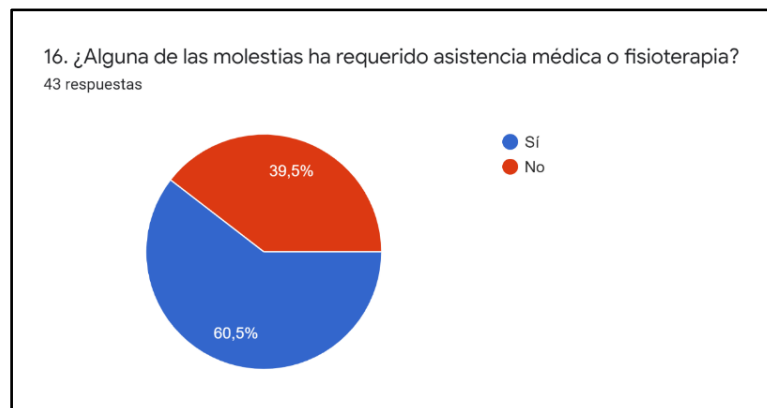


Gráfico 16. Respuestas a la pregunta 16. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 17. ¿Cree que esos problemas se deben a su trabajo como piloto de helicópteros?** Pregunta relacionada con la 16. Dos opciones (“Sí”, “No”), siendo “Sí” la opción con mayor número de respuestas (32 participantes). (Gráfico 17).



Gráfico 17. Respuestas a la pregunta 17. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 18. ¿A qué atribuye estas molestias?** Relacionada con la pregunta 17. Pregunta con 7 opciones, una de ellas abierta, pudiendo seleccionar todas las que correspondan.

“Ergonomía del helicóptero” es la opción con mayor número de respuestas (30 participantes), seguida de “Vibraciones de la aeronave” con (20 participantes) y “Fatiga” con (18 participantes). también destaca la opción “No tengo molestias” con (1 participante). (Gráfico 18).

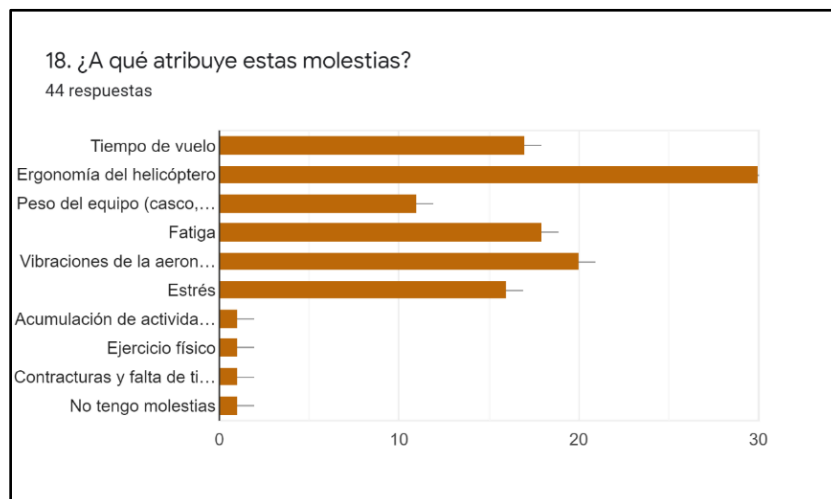


Gráfico 18. Respuestas a la pregunta 18. Fuente: Elaboración propia.



**Pregunta 19. ¿Utiliza algún accesorio o dispositivo para minimizar esas posibles molestias durante el vuelo?** Pregunta relacionada con la 18. Pregunta con 7 opciones, una de ellas abierta, pudiendo seleccionar todas las que correspondan.

“Cojín lumbar” es la opción con mayor número de respuestas (27 participantes), seguida de “Faja lumbar” (8 participantes). Hay que destacar la opción “No” (12 participantes). (Gráfico 19).

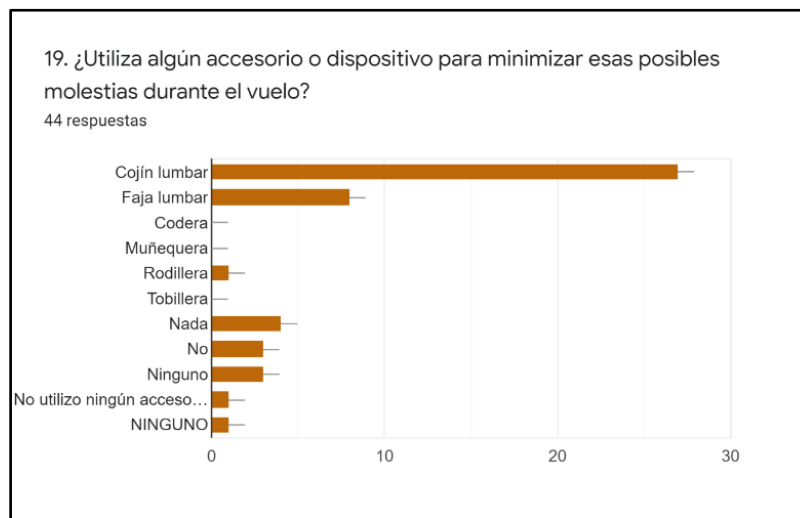


Gráfico 19. Respuestas a la pregunta 19. Fuente: Elaboración propia.

## Formación física. Preguntas relacionadas con la formación física de los pilotos de helicópteros.

**Pregunta 20. ¿Realiza algún tipo de actividad física?** “Sí” opción con respuesta unánime (44 participantes). (Gráfico 20).

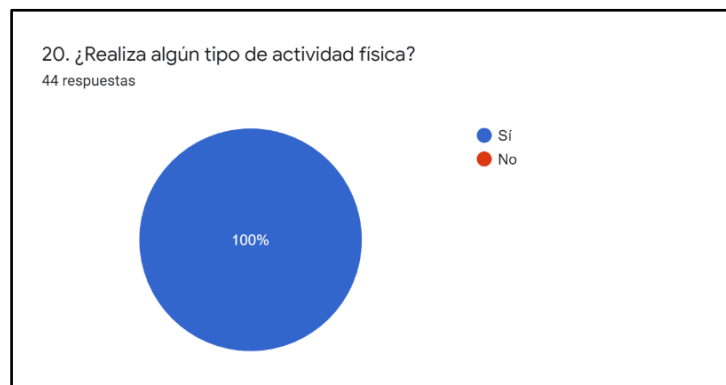


Gráfico 20. Respuestas a la pregunta 20. Fuente: Elaboración propia.



**Pregunta 21. ¿Qué tipo de actividad física?** Pregunta relacionada con la 20. Pregunta con 4 opciones, pudiendo seleccionar todas las que correspondan. “Resistencia” es la opción con mayor número de respuestas (43 participantes), seguida de “Fuerza” (28 participantes). (Gráfico 21).

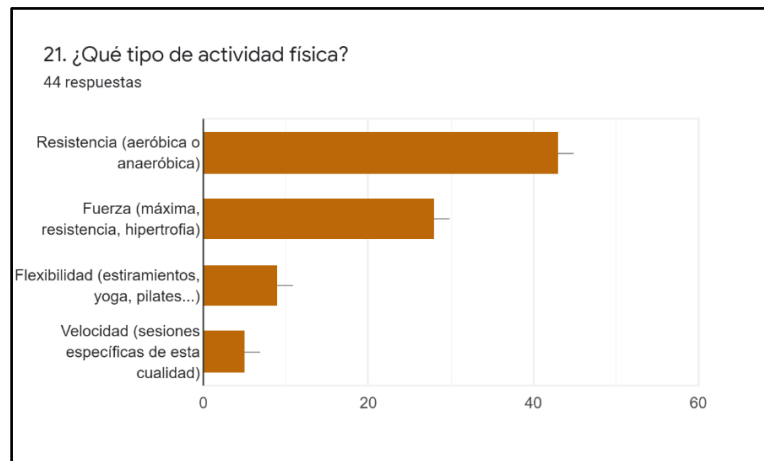


Gráfico 21. Respuestas a la pregunta 21. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 22. ¿Con qué intensidad?** Pregunta relacionada con la 21. “Moderada” es la opción con mayor número de respuestas en las cuatro opciones, destacando en “Resistencia” (31 participantes), seguido de “Fuerza” (21 participantes). (Gráfico 22).

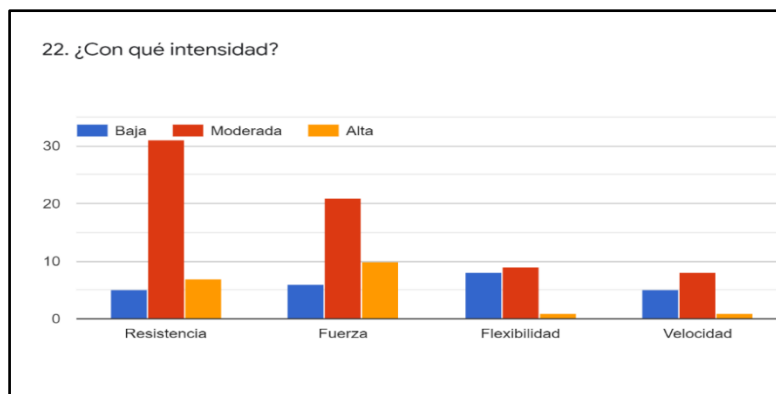


Gráfico 22. Respuestas a la pregunta 22. Fuente: Elaboración propia

**Pregunta 23. ¿Cuántos días a la semana?** Pregunta relacionada con la 22. “Resistencia” es la opción con mayor número de respuestas en “2” días (17 participantes) y “3” días (15 participantes), seguida de “Fuerza” en “2” días (13 participantes). (Gráfico 23).

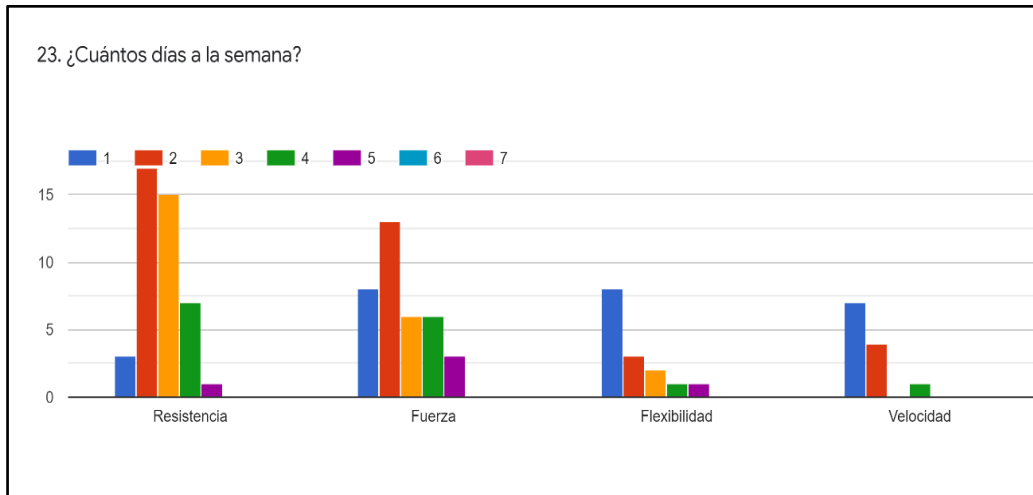


Gráfico 23. Respuestas a la pregunta 23. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 24. Minutos por sesión que realiza en sus entrenamientos.** Pregunta relacionada con la 23. “Entre 31 y 60” minutos es la opción con mayor número de respuestas en “Resistencia” (33 participantes) y en “Fuerza” (17 participantes), seguida de “<30” minutos en “Flexibilidad” (11 participantes). (Gráfico 24).

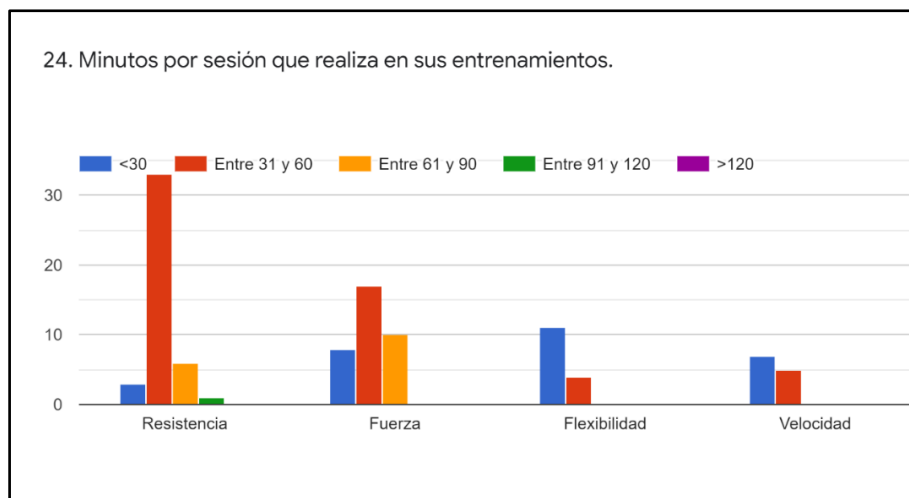


Gráfico 24. Respuestas a la pregunta 24. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 25. ¿Realiza ejercicios de estiramiento o calentamiento antes o después del vuelo?** “No” es la opción con mayor número de respuestas en “Antes del vuelo” (35 participantes) y en “Después del vuelo” (31 participantes). (Gráfico 25).

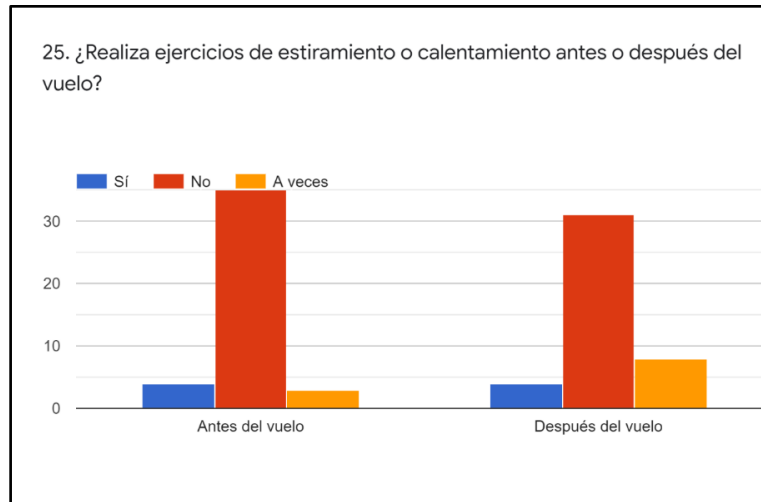


Gráfico 25. Respuestas a la pregunta 25. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 26. ¿Cree que realizar ejercicios de estiramiento o calentamiento antes o después del vuelo le beneficiaría para prevenir molestias?** “Sí” es la opción con mayor número de respuestas (31 participantes). (Gráfico 26).

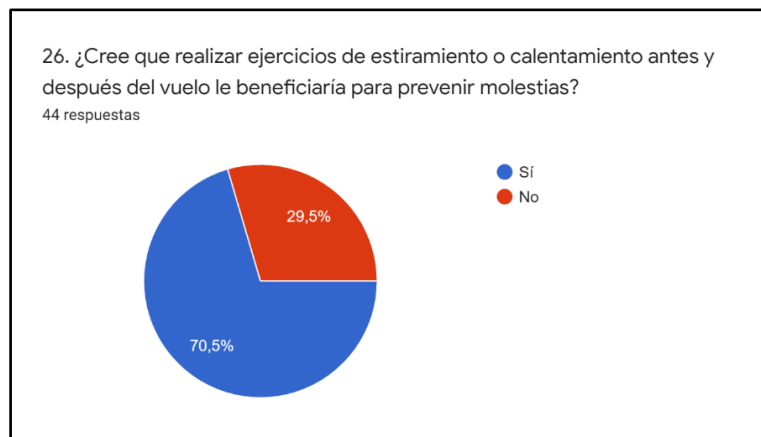


Gráfico 26. Respuestas a la pregunta 26. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 27. ¿Realiza algún ejercicio físico específico para fortalecer...?** Pregunta con 7 opciones, pudiendo seleccionar todas las que correspondan. “Lumbar” es la opción con mayor número de respuestas (32 participantes) seguida de “Hombro” (15 participantes) y de “Cuello” (10 participantes). (Gráfico 27).

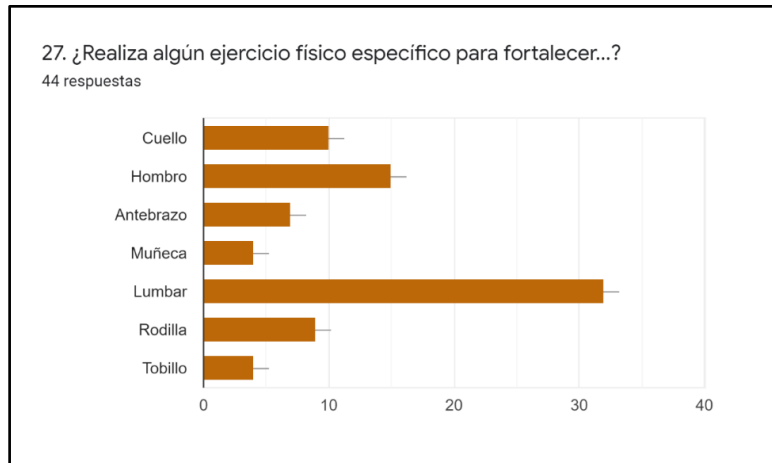


Gráfico 27. Respuestas a la pregunta 27. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 28. ¿Cómo de acuerdo está con la siguiente afirmación: “La formación física en las unidades de helicópteros suele ser apropiada”?** “Poco de acuerdo” es la opción con mayor número de respuestas (22 participantes), seguida de “De acuerdo” (8 participantes). No se registraron datos en la opción “Muy de acuerdo”. (Gráfico 28).



Gráfico 28. Respuestas a la pregunta 28. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 29. ¿Cómo considera que son los recursos y medios que su unidad dispone para la formación física?** “Adecuados” es la opción con mayor número de respuestas (20 participantes), seguida de “Poco adecuados” (15 participantes). La opción “Nada adecuados” registró 5 participantes. (Gráfico 29).



Gráfico 29. Respuestas a la pregunta 29. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 30. Marque las opciones que cree que ayudarían a mejorar la realización de formación física en su unidad.** Pregunta con 5 opciones, una de ellas abierta, pudiendo seleccionar todas las que correspondan. “Correcta selección de rutinas y ejercicios que aborden los problemas del piloto” es la opción con mayor número de respuestas (28 participantes). (Gráfico 30).

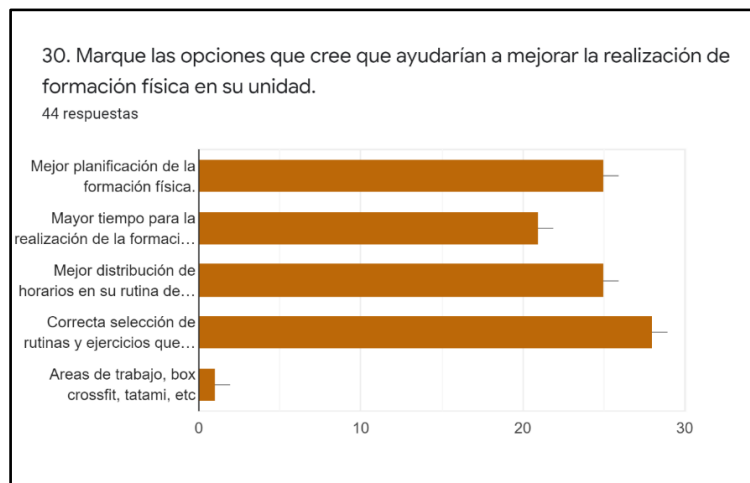


Gráfico 30. Respuestas a la pregunta 30. Fuente: Elaboración propia.

### Nutrición. Preguntas relacionadas sobre hidratación y alimentación en pilotos de helicópteros.

**Pregunta 31. ¿Cree que tiene una correcta hidratación diaria?** “Sí” es la opción con mayor número de respuestas (35 participantes). (Gráfico 31).

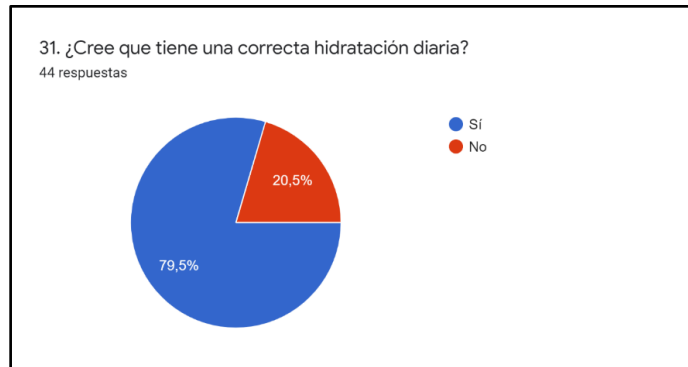


Gráfico 31. Respuestas a la pregunta 31. Fuente: Elaboración propia.

**Pregunta 32. ¿Sigue las recomendaciones sobre la ingesta de alimentos previa al vuelo (hidratos de carbono 1-2 horas antes y no gran cantidad de comida)?** “No” es la opción con mayor número de respuestas (16 participantes), seguida de “Sí” (15 participantes). (Gráfico 32).



Gráfico 32. Respuestas a la pregunta 32. Fuente: Elaboración propia.



## Anexo C. Contrastes estadísticos del cuestionario.

Este anexo reúne todos los contrastes de bondad de ajuste, de homogeneidad y de independencia, realizados y empleados en el apartado del análisis estadístico de la encuesta. Todos los contrastes se reflejan en tablas de elaboración propia.

### Pregunta 7. Media de horas de vuelo semanales.

Se toman como muestra las opciones “4-6 horas” y “8-10 horas” por ser significativamente las mayoritarias, descartando el resto de las respuestas. Se puede afirmar, al 95% de nivel de confianza, que el tiempo de vuelo semanal está entre las 4 y 6 horas. (Tabla 1).

OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	DIFERENCIA
4-6 HORAS	22	16	50%	2,25
8-10 HORAS	10	16	50%	2,25
<b>MUESTRA</b>	32		<b>ESTADÍSTICO DE CONTRASTE</b>	4,5
	<b>NIVEL DE SIGNIFICACIÓN</b>	0,05	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	1
	<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	0,95	<b>VALOR CRÍTICO</b>	3,841458821

Tabla 1. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 7.

### Pregunta 8. Tiempo medio de vuelo en su jornada laboral (en horas). OFICIALES.

Contraste de la escala de oficiales. Se toman como muestra las opciones “1 hora” y “2 horas” por ser las únicas contestadas. Se puede afirmar que al 95% de nivel de confianza no se rechaza la hipótesis nula, es decir, no hay respuesta mayoritaria estadísticamente (Tabla 2).

OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	DIFERENCIA
1 HORA	21	16,5	50%	1,227272727
2 HORAS	11	16,5	50%	1,833333333



<b>MUESTRA</b>	33		<b>ESTADÍSTICO DE CONTRASTE</b>	3,060606061
	<b>NIVEL DE SIGNIFICACIÓN</b>	0,05	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	1
	<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	0,95	<b>VALOR CRÍTICO</b>	3,841458821

Tabla 2. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 8 (OFICIALES).

**Pregunta 8. Tiempo medio de vuelo en su jornada laboral (en horas). SUBOFICIALES.**

Contraste en la escala de suboficiales. Se toman como muestra las opciones “1 hora” y “2 horas” por ser las únicas contestadas. Se puede afirmar, al 95% de nivel de confianza, que la opción “2 horas” es significativamente la mayoritaria para la escala de suboficiales (Tabla 3).

OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	DIFERENCIA
1 HORA	2	5,5	50%	2,227272727
2 HORAS	9	5,5	50%	2,227272727

<b>MUESTRA</b>	11		<b>ESTADÍSTICO DE CONTRASTE</b>	4,454545455
	<b>NIVEL DE SIGNIFICACIÓN</b>	0,05	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	1
	<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	0,95	<b>VALOR CRÍTICO</b>	3,841458821

Tabla 3. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 8 (SUBOFICIALES).

**Pregunta 10. Grado de exigencia física y mental en su jornada laboral [Carga física].**

Se toman como muestra las opciones “Poco exigente” y “Bastante exigente”, descartando el resto de las respuestas. Se puede afirmar que la mayoría considera que la carga física en el vuelo con helicópteros es baja, ya que el contraste de bondad de ajuste revela que el estadístico de contraste (8,8) es mayor que el valor crítico (6,63) (Tabla 4).



OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	DIFERENCIA
POCO EXIGENTE	30	20,5	50%	4,402439024
BASTANTE EXIGENTE	11	20,5	50%	4,402439024
MUESTRA	41		ESTADÍSTICO DE CONTRASTE	8,804878049
	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	0,01	GRADOS DE LIBERTAD	1
	NIVEL DE CONFIANZA	0,99	VALOR CRÍTICO	6,634896601

Tabla 4. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 10 [Carga física].

**Pregunta 10. Grado de exigencia física y mental en su jornada laboral [Carga mental].**

Se toman como muestra las opciones “Bastante exigente” y “Muy exigente” por ser mayoritarias, descartando el resto de las respuestas y rechazándose la hipótesis nula del contraste de bondad para un 95% de nivel de confianza (Tabla 5).

OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	DIFERENCIA
BASTANTE EXIGENTE	28	21	50%	2,333333333
MUY EXIGENTE	14	21	50%	2,333333333
MUESTRA	42		ESTADÍSTICO DE CONTRASTE	4,666666667
	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	0,05	GRADOS DE LIBERTAD	1
	NIVEL DE CONFIANZA	0,95	VALOR CRÍTICO	3,841458821

Tabla 5. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 10 [Carga mental].



**Pregunta 11. ¿Se encuentra cansado al final de la jornada laboral?**

Se toman las opciones “Bastante cansado” y “Poco cansado”. Se puede afirmar, al 99% de nivel de confianza, la opción “Bastante cansado” es significativamente la mayor elegida (Tabla 6).

OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	DIFERENCIA
BASTANTE CANSADO	31	21	50%	4,761904762
POCO CANSADO	11	21	50%	4,761904762
MUESTRA	42		ESTADÍSTICO DE CONTRASTE	9,523809524
	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	0,01	GRADOS DE LIBERTAD	1
	NIVEL DE CONFIANZA	0,99	VALOR CRÍTICO	6,634896601

Tabla 6. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 11.

**Pregunta 11. ¿Se encuentra cansado al final de la jornada laboral? (Oficiales – Suboficiales).**

Contraste de homogeneidad entre la escala de oficiales y suboficiales. Se toman como muestra las opciones “Bastante cansado” y “Poco cansado” por ser las mayoritarias descartando. En este caso no se puede rechazar la hipótesis nula de homogeneidad para un nivel de significación de 0,05. Esto nos indica que, en cuanto al nivel de cansancio al final de la jornada, ambas escalas, oficiales y suboficiales, coinciden; la mayoría indica sentirse “Bastante cansado” (Tabla 7).

	BASTANTE CANSADO	POCO CANSADO	
OFICIALES	24	6	30
SUBOFICIALES	7	4	11
Total	31	10	41



Frecuencias teóricas			
	BASTANTE CANSADO	POCO CANSADO	
OFICIALES	22,68292683	7,317073171	30
SUBOFICIALES	8,317073171	2,682926829	11
Total	31	10	41

ESTADÍSTICO DE CONTRASTE	GRADOS LIBERTAD	VALOR CRÍTICO	NIVEL CONFIANZA
1,168680352	1	1,167089878	0,72

Tabla 7. Contraste de homogeneidad de la pregunta 11 (OFICIALES – SUBOFICIALES).

**Pregunta 15. ¿Considera usted que estas molestias afectan de alguna manera al desempeño de sus actividades profesionales?**

En este caso, se rechaza la hipótesis nula del contraste de bondad (el estadístico de contraste es 8,59 y el valor crítico 5,99), lo que permite afirmar que la mayoría de los pilotos considera que las molestias afectan al desempeño de su actividad profesional solamente “A veces”. (Tabla 8).

	SI	NO	A VECES	Total		Estadístico	8,59
$O_i$	6	12	26	44		Valor crítico	5,99
$T_i$	14,7	14,7	14,7	44		Grados libertad	2

Tabla 8. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 15.

**Pregunta 16. ¿Alguna de las molestias ha requerido asistencia médica o fisioterapia?**

En esta pregunta el 59,09% afirmó que algunas patologías requirieron asistencia sanitaria, siendo estadísticamente significativo, ya que el estadístico de contraste (9,09) es bastante mayor que el valor crítico de (3,84) para un nivel de confianza del 95% (Tabla 9).



OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	DIFERENCIA
SI	26	21,5	50%	0,941860465
NO	17	21,5	50%	0,941860465
<b>MUESTRA</b>	43		<b>ESTADÍSTICO DE CONTRASTE</b>	1,88372093
	<b>NIVEL DE SIGNIFICACIÓN</b>	0,05	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	1
	<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	0,95	<b>VALOR CRÍTICO</b>	3,841458821

Tabla 9. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 16.

**Pregunta 17. ¿Cree que esos problemas se deben a su trabajo como piloto de helicópteros?**

Casi el 73% de la misma muestra respondió que sí, por lo que se puede afirmar que la mayoría piensan que su trabajo con estas aeronaves son los causantes de ciertas dolencias y molestias" (Tabla 10).

OPCIONES	FRECUENCIA OBSERVADA	FRECUENCIA TEÓRICA	FRECUENCIA TEÓRICA	
SI	32	22	50%	
NO	12	22	50%	
<b>MUESTRA</b>	44		<b>ESTADÍSTICO DE CONTRASTE</b>	9,090909091
	<b>NIVEL DE SIGNIFICACIÓN</b>	0,05	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>	1
	<b>NIVEL DE CONFIANZA</b>	0,95	<b>VALOR CRÍTICO</b>	3,841458821

Tabla 10. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 17.



**Pregunta 17. ¿Cree que esos problemas se deben a su trabajo como piloto de helicópteros? (Oficiales – Suboficiales).**

En esta pregunta, al realizar el contraste de homogeneidad se observa que no hay diferencias significativas entre oficiales y suboficiales; ya que el estadístico de contraste (0,69) es mucho menor que el valor crítico (3,84) (Tabla 11).

	SI	NO	
<b>OFICIALES</b>	22	10	32
<b>SUBOFICIALES</b>	9	2	11
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>43</b>
<b>Frecuencias teóricas</b>			
	SI	NO	
<b>OFICIALES</b>	23,06976744	8,930232558	32
<b>SUBOFICIALES</b>	7,930232558	3,069767442	11
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>12</b>	<b>43</b>
<b>ESTADÍSTICO DE CONTRASTE</b>	<b>GRADOS LIBERTAD</b>	<b>VALOR CRÍTICO</b>	
0,694861926	1	3,841458821	

Tabla 11. Contraste homogeneidad de la pregunta 17.

**Pregunta 18. ¿A qué atribuye estas molestias?.**

Con el contraste de bondad de ajuste se observa que la ergonomía de la aeronave es la principal causa, con diferencia significativa sobre el resto, puesto que se rechaza la hipótesis nula al ser el estadístico de contraste (13,74) mayor que el valor crítico (11,07) (Tabla 12).



	TIEMPO VUELO	ERGONOMÍA	PESO EQUIPO	VIBRACIONES	FATIGA	ESTRÉS	Total
$O_i$	17	30	11	16	14	13	101
$T_i$	16,833	16,833	16,833	16,833	16,833	16,833	101
<b>Estadístico</b>	13,74047619		<b>Nivel de significación</b>		0,05		
<b>Valor crítico</b>	11,07049769		<b>Grados libertad</b>		5		

Tabla 12. Contraste de bondad de ajuste la pregunta 18.

### Pregunta 18. ¿A qué atribuye estas molestias?.

Para las cinco siguientes causas de las molestias se observa que son también importantes y no hay diferencias significativas entre ellas, ya que no se rechaza la hipótesis nula de contraste -el estadístico es de 1,6 frente al valor crítico (9,48)-. Las 4 últimas se obvian debido a su baja incidencia como causa de las molestias. (Tabla 13).

	TIEMPO VUELO	PESO EQUIPO	VIBRACIONES	FATIGA	ESTRÉS	Total
$O_i$	17	11	16	14	13	71
$T_i$	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	71
<b>Estadístico</b>	1,605633803		<b>Nivel de significación</b>		0,05	
<b>Valor crítico</b>	9,487729037		<b>Grados libertad</b>		4	

Tabla 13. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 18 (sin contar con la respuesta "Ergonomía del helicóptero").

### Pregunta 19. ¿Utiliza algún accesorio o dispositivo para minimizar esas posibles molestias durante el vuelo?

En las respuestas de la pregunta 19 (figura 14) se observa el uso del cojín lumbar como preferente, siendo estadísticamente el más utilizado, ya que al realizar el contraste de bondad de ajuste se rechaza la hipótesis nula, siendo el estadístico de contraste (33,3) muy superior al valor crítico (7,81) (Tabla 14).



RESPUESTAS	COJÍN	FAJA LUMBAR	RODILLERA	NADA	TOTAL
FRECUENCIA	27	8	1	12	44
FRECUENCIA TEÓRICA	11	11	11	11	44
DIFERENCIAS	23,2727273	0,818181818	9,09090909	0,090909091	
				VALOR CRÍTICO	7,8147279
				ESTADÍSTICO	33,2727273

Tabla 14. Contraste de bondad de ajuste la pregunta 19.

**Pregunta 25. ¿Realiza ejercicios de estiramiento o calentamiento antes o después del vuelo? [Después del vuelo].**

En la pregunta 25 se cuestiona si los encuestados realizan algún tipo de calentamiento o estiramiento previo o posterior al vuelo. En ambos casos la respuesta mayormente significativa es la de "No", con frecuencias relativas respectivas del 83,3% y del 72%. Los estadísticos del contraste chi-cuadrado son 38,2 y 22,57 mucho mayores al valor crítico (5,99), para nivel de confianza del 95%. (Tabla 15).

	SI	NO	A VECES	Total
$O_i$	4	31	8	43
$T_i$	14,333	14,333	14,333	43
	Estadístico	22,57	Nivel de significación	0,05
	Valor crítico	5,99	Grados libertad	2

Tabla 15. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 25.

**Pregunta 28. ¿Cómo de acuerdo está con la siguiente afirmación: "la formación física en las unidades de helicópteros suele ser apropiada"?**

Al agrupar las respuestas "Poco" y "Nada de acuerdo", se observa que existe una gran mayoría que discrepa de ella, encontrándonos con casi un 70% que está poco o nada de acuerdo frente a un 30% que está de acuerdo. Por tanto, realizando el contraste de bondad de ajuste se rechaza la hipótesis nula, siendo el estadístico de contraste (5,81) mayor que el valor crítico (3,84), por lo que estadísticamente se puede afirmar que existe una mayoría en desacuerdo con la realización y planteamiento de la educación física en las unidades. (Tablas 16 y 17).



	DE ACUERDO	POCO DE ACUERDO	NADA DE ACUERDO	Total
$O_i$	14	22	8	44
$T_i$	14,67	14,67	14,67	44
<b>Estadístico</b>		3,11	<b>Nivel de significación</b>	0,05
<b>Valor crítico</b>		5,99	<b>Grados libertad</b>	2

Tabla 16. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 28 sin agrupar las respuestas en contra ("Poco" y "Nada de acuerdo").

	DE ACUERDO	POCO O NADA DE ACUERDO	Total	
$O_i$	14	30	44	
$T_i$	22	22	44	
<b>Estadístico</b>		5,81	<b>Nivel de significación</b>	0,05
<b>Valor crítico</b>		3,84	<b>Grados libertad</b>	1

Tabla 17. Contraste de la pregunta 28 juntando las respuestas de "Poco de acuerdo" y "Nada de acuerdo".

**Pregunta 28. ¿Cómo de acuerdo está con la siguiente afirmación: "la formación física en las unidades de helicópteros suele ser apropiada"?**

Al realizar la comparación entre las distintas escalas frente a la cuestión 28 se observa que no se rechaza la hipótesis nula de homogeneidad, debido a que el estadístico de contraste (0,35) es menor al valor crítico (6,635). Esto significa que ambas escalas, oficiales y suboficiales, opinan de manera similar, y mayoritariamente están en desacuerdo con la formación física planteada en sus unidades militares. (Tabla 18).



	POCO O NADA DE ACUERDO	DE ACUERDO	
<b>OFICIALES</b>	21	11	32
<b>SUBOFICIALES</b>	9	3	11
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>44</b>
<b>Frecuencias teóricas</b>			
	POCO O NADA DE ACUERDO	DE ACUERDO	
<b>OFICIALES</b>	21,81	10,18	32
<b>SUBOFICIALES</b>	8,18	3,81	11
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>43</b>
<b>ESTADÍSTICO DE CONTRASTE</b>	<b>GRADOS LIBERTAD</b>	<b>VALOR CRÍTICO</b>	
0,353571429	1	6,635	

Tabla 18. Contraste de homogeneidad de la pregunta 28 (OFICIALES – SUBOFICIALES).

**Pregunta 32. ¿Sigues las recomendaciones sobre la ingesta de alimentos previa al vuelo (hidratos de carbono 1-2 horas antes y no gran cantidad de comida)?**

En este caso, al realizar el contraste de bondad de ajuste no se rechaza la hipótesis nula, ya que el estadístico de contraste (0,005) es muy inferior al valor crítico (5,99) para un nivel de confianza del 95%. (Tabla 19).

SI	NO	A VECES	TOTAL
15	16	13	44
14,7	14,7	14,7	44



<b>Nivel de significación</b>	0,05
<b>Grados libertad</b>	2
<b>Pvalue</b>	0,997297142
<b>Estadístico</b>	0,005413035
<b>Valor crítico</b>	5,991464547

Tabla 19. Contraste de bondad de ajuste de la pregunta 32.

**Contraste de independencia entre las preguntas 10 y 11; (10. Grado de exigencia física y mental en su jornada laboral [Carga física] y 11. ¿Se encuentra cansado al final de la jornada laboral?).**

Separamos la pregunta en carga física y carga mental. En el primer caso, cuyas respuestas mayoritarias fueron “Poco exigente” y “Bastante exigente”, se observa que se rechaza la hipótesis nula de independencia al ser el estadístico de contraste (5,28) mayor que el valor crítico (3,84), por lo que existe una relación en cuanto a la carga física y el nivel de cansancio. Por otra parte, en cuanto a la exigencia mental, en las que las respuestas más significativas fueron de “Bastante exigente” y “Muy exigente”, se comprueba que esa relación también existe, puesto que el estadístico de contraste (4,97) es mayor que el valor crítico (3,84) para el nivel de confianza del 95%. (Tablas 20 y 21).

		<b>BASTANTE CANSADO</b>	<b>POCO CANSADO</b>
<b>CARGA FÍSICA</b>	<b>BASTANTE EXIGENTE</b>	10	0
	<b>POCO EXIGENTE</b>	18	11
	<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>11</b>
<b>Frecuencias teóricas</b>			
		<b>BASTANTE CANSADO</b>	<b>POCO CANSADO</b>
<b>CARGA FÍSICA</b>	<b>BASTANTE EXIGENTE</b>	7,179487179	2,820512821
	<b>POCO EXIGENTE</b>	20,82051282	8,179487179
	<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>11</b>



ESTADÍSTICO DE CONTRASTE	GRADOS LIBERTAD	VALOR CRÍTICO
5,28325123	1	3,84145882

Tabla 20. Contraste de independencia de las preguntas 10 [Carga física] y 11.

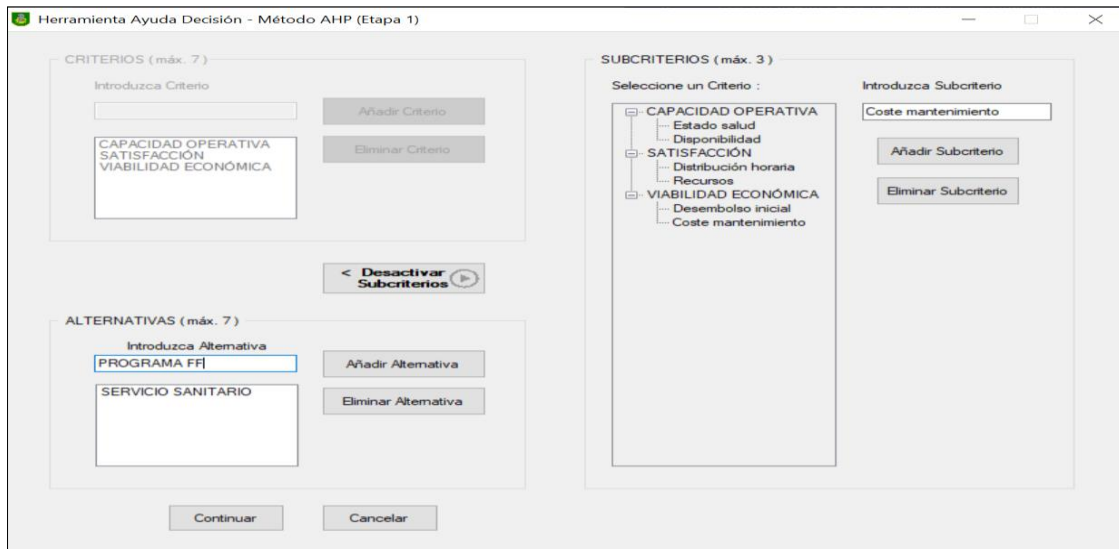
		BASTANTE CANSADO	POCO CANSADO	
CARGA MENTAL	BASTANTE EXIGENTE	19	9	
	POCO EXIGENTE	12	0	
Total		31	9	
Frecuencias teóricas				
		BASTANTE CANSADO	POCO CANSADO	
CARGA MENTAL	BASTANTE EXIGENTE	21,7	6,3	
	POCO EXIGENTE	9,3	2,7	
Total		31	9	
		ESTADÍSTICO DE CONTRASTE	GRADOS LIBERTAD	VALOR CRÍTICO
		4,97695853	1	3,84145882

Tabla 21. Contraste de independencia de las preguntas 10 [Carga mental] y 11.

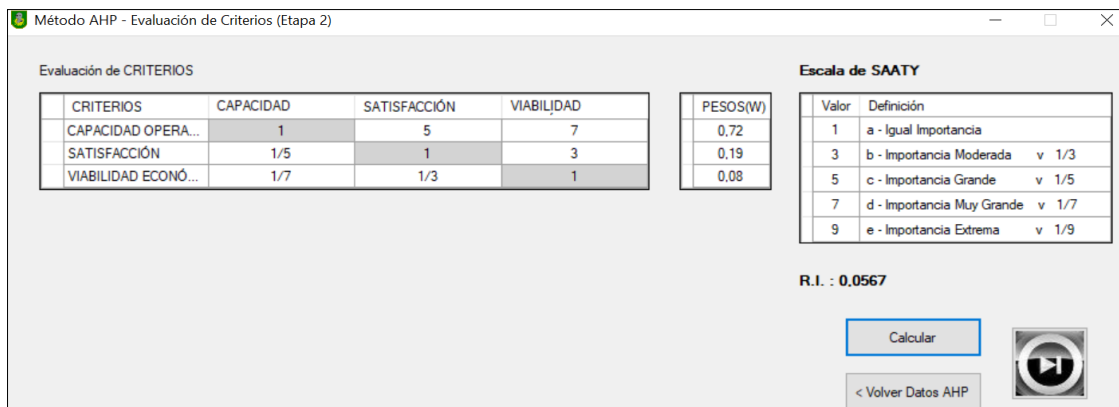


## Anexo D. Aplicación del método AHP.

El presente anexo muestra el proceso de aplicación del método AHP. Esta metodología se llevó a cabo mediante el software interno del ET "AyudaDecision\_AHP\_net\_4.0". A continuación, se muestran las capturas de pantalla con los distintos apartados del software.



*Paso 1: Introducción de criterios, subcriterios y alternativas.*



*Paso 2. Introducción de los pesos relativos de los distintos criterios.*



Método AHP - Evaluación de SubCriterios (Etapa 2.bis)

CAPACIDAD OPERATIVA			PESOS(W)	SATISFACCIÓN			PESOS(W)
Estado salud	1	7	0.87	Distribución horaria	1	1/3	0.25
Disponibilidad	1/7	1	0.13	Recursos	3	1	0.75

R.I. : 0.0000

VIABILIDAD ECONÓMICA			PESOS(W)
Desembolso inicial	1	1/5	0.17
Coste mantenimiento	5	1	0.83

R.I. : 0.0000

Calcular

< Volver

Paso 3. Introducción de los pesos relativos de los subcriterios respectivos.

Método AHP - Evaluación de Alternativas (Etapa 3)

Estado salud			PESOS(W)	Disponibilidad			PESOS(W)
SERVICIO SANITARIO	1	5	0.83	SERVICIO SANITARIO	1	1	0.50
PROGRAMA FF	1/5	1	0.17	PROGRAMA FF	1	1	0.50

R.I. : 0.0000

Distribución horaria			PESOS(W)	Recursos			PESOS(W)
SERVICIO SANITARIO	1	1/3	0.25	SERVICIO SANITARIO	1	1/5	0.17
PROGRAMA FF	3	1	0.75	PROGRAMA FF	5	1	0.83

R.I. : 0.0000

Calcular

< Volver

Paso 4. Valoración de las alternativas propuestas.



CRITERIOS / SUBCRITERIOS	PESOS	SERVICIO SANITARIO	PROGRAMA FF
<b>CAPACIDAD OPERATIVA</b>	<b>0,72</b>	<b>0,79</b>	<b>0,21</b>
+ Estado salud	0,87	0,83	0,17
+ Disponibilidad	0,13	0,50	0,50
<b>SATISFACCIÓN</b>	<b>0,19</b>	<b>0,19</b>	<b>0,81</b>
+ Distribución horaria	0,25	0,25	0,75
+ Recursos	0,75	0,17	0,83
<b>VIABILIDAD ECONÓMICA</b>	<b>0,08</b>	<b>0,13</b>	<b>0,87</b>
+ Desembolso inicial	0,17	0,13	0,87
+ Coste mantenimiento	0,83	0,13	0,87
		<b>0,62</b>	<b>0,38</b>

*Paso 5. Resultado final. En él se muestran los pesos totales de todos los elementos implicados y se valora finalmente la mejor alternativa.*

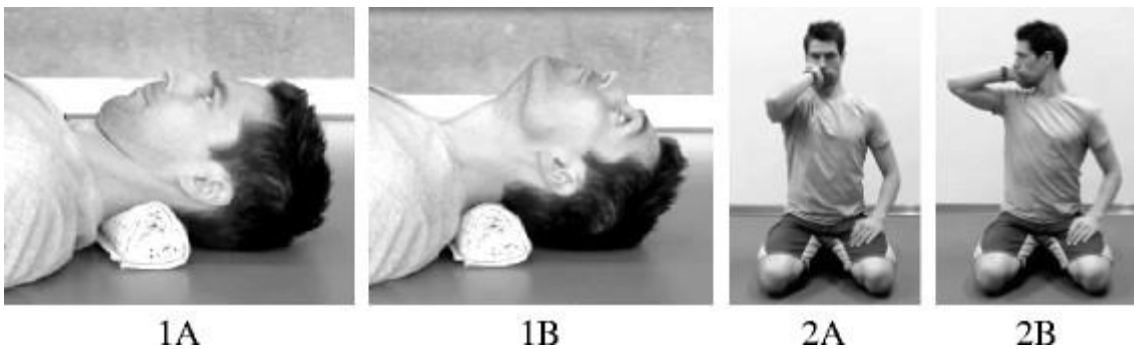


## Anexo E. Propuesta de ejercicios para la región del cuello o cervical.

El siguiente anexo muestra la propuesta de una serie de ejercicios extraídos de un estudio realizado entre miembros del ejército danés (Murray et al., 2015), cuyo objetivo es la reducción de la alta prevalencia de dolor de cuello entre los pilotos y tripulaciones de helicópteros militares. El estudio se realizó entre los años 2013 y 2014 y su título es “Specific exercise training for reducing neck and shoulder pain among military helicopter pilots and crew members: A randomized controlled trial protocol”.

El programa de entrenamiento estaba compuesto por diez ejercicios de entrenamiento específicamente adaptados, dirigidos al cuello y los hombros. El programa de entrenamiento específico se basó en la evidencia y fue diseñado por un equipo interdisciplinario de especialistas en entrenamiento deportivo, fisioterapeutas, médicos y quiroprácticos.

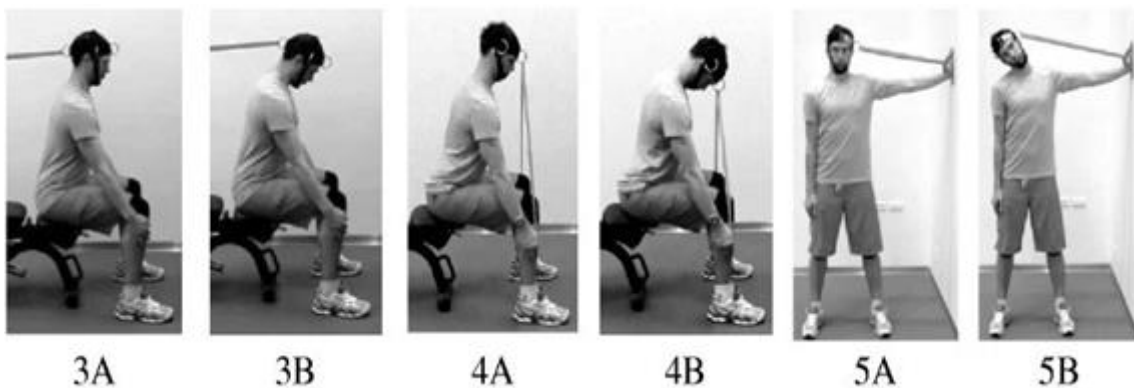
### Ejercicio 1. Ejercicios de acondicionamiento para el cuello.

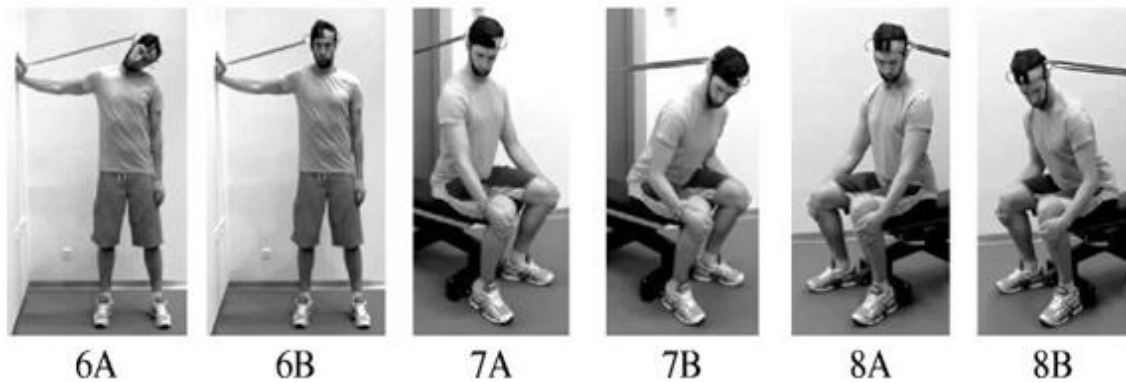


-Flexores cervicales profundos (ejercicio 1 A + B)

-Contracción entre los músculos flexores cervicales y extensores del cuello (ejercicio 2 A + B).

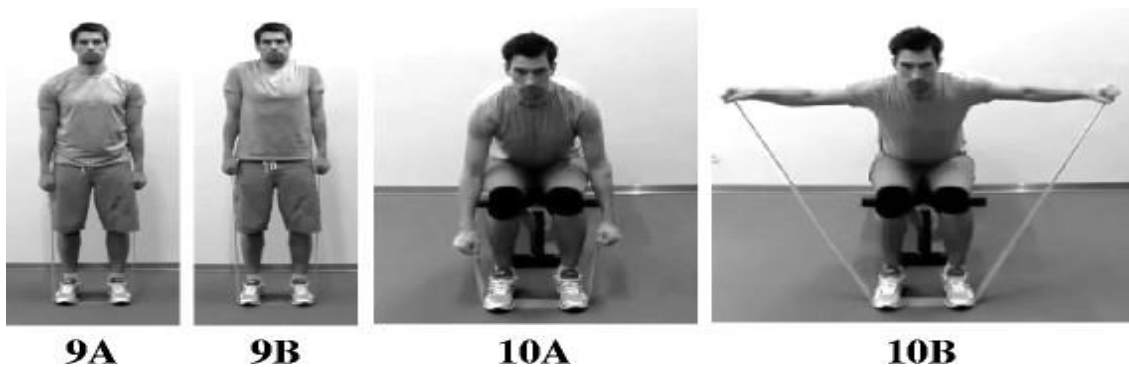
### Ejercicio 2. Ejercicios de entrenamiento para el cuello.





- Músculos primarios del cuello durante la flexión (ejercicio 3 A + B) y extensión (ejercicio 4 A + B),
- Flexión lateral hacia el lado derecho (ejercicio 5 A + B) y lado izquierdo (ejercicio 6 A + B),
- Flexión/rotación al lado derecho (ejercicio 7 A + B) y al lado izquierdo (ejercicio 8 A + B).

### **Ejercicio 3. Ejercicios de entrenamiento para los hombros.**

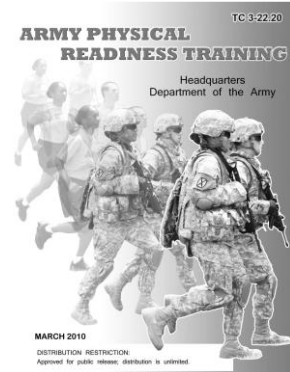


- Ejercicios de entrenamiento para los músculos de la cintura escapular: encogimiento de hombros (ejercicio 9 A + B) y marcha atrás (ejercicio 10 A + B).



## Anexo F. Propuesta de ejercicios para la región lumbar.

Este anexo se centra en los ejercicios para la región lumbar. La siguiente información está extraída del borrador del ejército de EE. UU. "TC 3-22.20", redactado en el año 2010 por el Departamento del Ejército de Tierra americano, sobre el entrenamiento funcional enfocado a los militares (*Army Physical Readiness Training*). La mayoría de los ejercicios escogidos son de bajo impacto y esfuerzo, por lo que todo el personal podría realizarlo, incluso como complemento de una sesión normal, tanto de fuerza como aeróbica. A continuación, se muestra una breve explicación de los ejercicios.



### EJERCICIOS DE PREPARACIÓN. FLEXIÓN DE LA ESPALDA Y EXTENSIÓN LUMBAR.

La "sesión" planteada se inicia con ejercicios destinados a la movilidad de la espalda con prioridad en la zona lumbar. El primer ejercicio se comienza con una sentadilla poco profunda para darle movilidad a la cadera y zona pélvica. Tras ello, se realiza una flexión de espalda hacia adelante en el máximo rango de movimiento que se nos permita (ilustración 1). El siguiente ejercicio de calentamiento se comienza con posición en el suelo hacia abajo y los brazos por encima de la cabeza. El movimiento de este ejercicio consiste en una elevación de la cabeza y el pecho a la par que se levantan los brazos y se llevan atrás (ilustración 2).

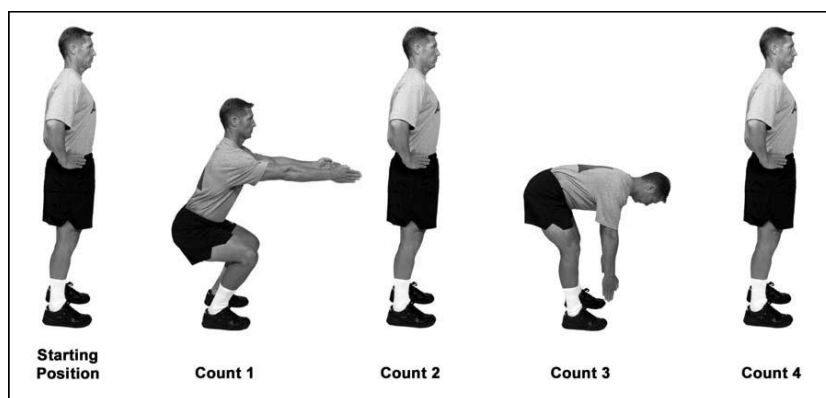
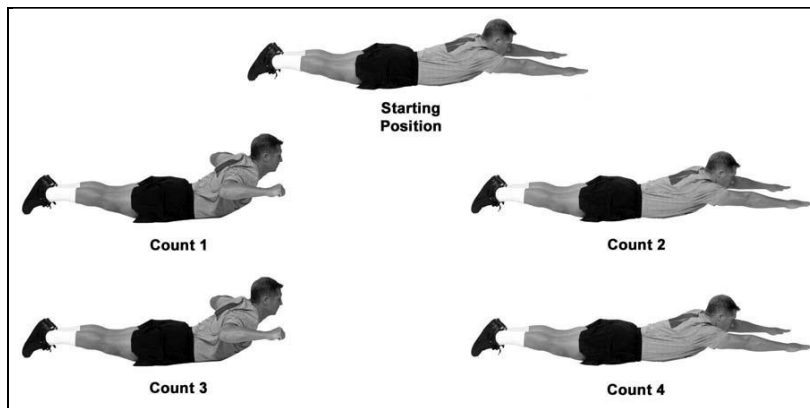


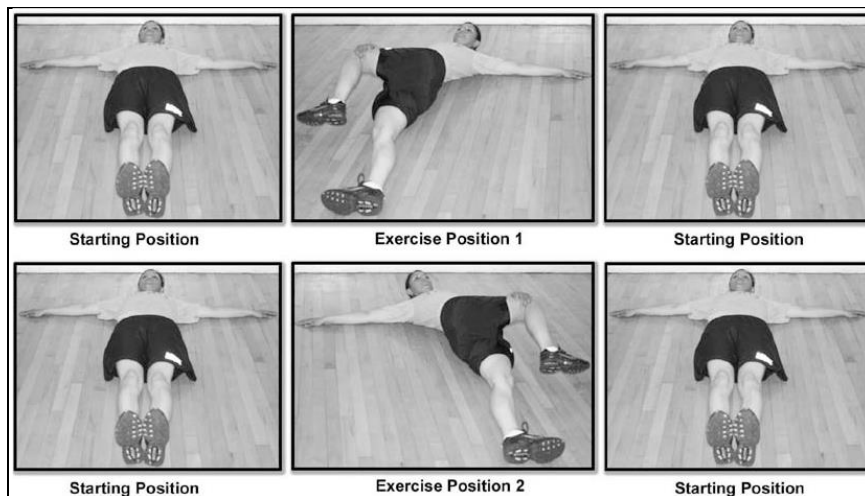
Ilustración 1. Ejercicio de flexión de espalda.



*Ilustración 2. Ejercicio de extensión lumbar.*

### **EJERCICIO DE ESTABILIDAD DE LA CADERA.**

El siguiente ejercicio se centra en la flexibilidad de la cadera y los músculos de la zona de la espalda baja o región lumbar. Desde una posición de tumbado hacia arriba y los brazos en cruz, se gira el cuerpo hacia un lado y la rodilla se pone en 90°, manteniendo esta posición durante 20-30 segundos, ayudando con la mano si es necesario (ilustración 3).



*Ilustración 3. Ejercicio enfocado en la estabilidad de la cadera y los músculos de la parte inferior de la espalda.*

### **EJERCICIO PARA ESPALDA BAJA Y HOMBROS.**

Este ejercicio ya está enfocado para reforzar la musculatura de la lumbar y los hombros. Además, es necesaria una coordinación para su realización. Se parte de una posición tumbado hacia abajo con los brazos y piernas extendidos. El movimiento principal consiste en alternar movimientos hacia arriba con el brazo y la pierna contrarias, es decir, si se levanta el brazo izquierdo, ha de levantarse la pierna derecha al mismo tiempo. Todo ello debe estar



acompañado con un leve movimiento de arqueamiento de la espalda hacia arriba (ilustración 4).

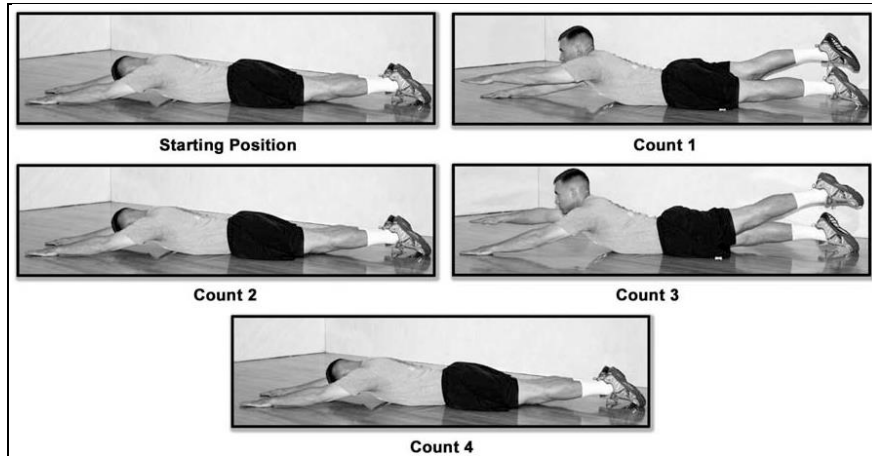


Ilustración 4. Ejercicio conocido como el "nadador".

### **EJERCICIO PARA EL CORE.**

El abdomen, la parte inferior de la columna vertebral y la pelvis conforman el tronco (núcleo) del cuerpo. Esta es una de las partes fundamentales que los pilotos han de trabajar en general, ya que sirve de base para el resto del cuerpo y están implicadas algunas de las zonas que más sufren durante el pilotaje. Los músculos abdominales y de la espalda forman un anillo de apoyo alrededor de la columna vertebral. La fuerza de una persona depende de su eslabón más débil, por lo que todos estos músculos deben entrenarse de forma que imiten su función.

### **ABDOMINALES EN V**

Este ejercicio desarrolla los músculos abdominales y flexores de la cadera a la vez que mejora el equilibrio. Inicialmente se ponen los brazos 45° hacia los lados y la cabeza a unos 2 centímetros del suelo hacia arriba. El movimiento se iniciará con un levantamiento de piernas y el tronco (lo más recto posible) para formar una posición similar a una V, utilizando también los brazos (ilustración 5).

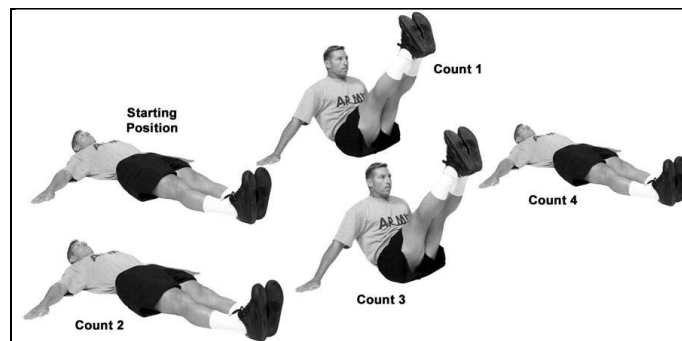


Ilustración 5. Abdominales en V. Muy comunes en sesiones de crossfit.



## **LEVANTAMIENTO DE PESO MUERTO CON LA PIERNA RECTA**

El peso muerto o *deadlift* es un ejercicio muy conocido en el mundo de la fuerza. Es considerado uno de los ejercicios básicos por toda la musculatura que se implica en su realización, especialmente tren inferior posterior y espalda baja. Además, es un ejercicio de los que denominan “funcional”, por imitar patrones de movimientos que realizamos en nuestro día a día y pueden sernos de utilidad. Aquí se ha seleccionado el peso muerto con *kettlebells* o mancuernas para trabajar con poco peso (y evitar lesiones) y fomentar el equilibrio; así como requerir una menor preparación.

El ejercicio se inicia desde una posición de pie con piernas rectas y separadas a la altura de los hombros, sujetando las pesas. Seguidamente se inclina el cuerpo desde la cintura manteniendo las piernas rectas y flexionando ligeramente las rodillas. El movimiento se intentará realizar hasta tener la espalda paralela al suelo (ilustración 6).

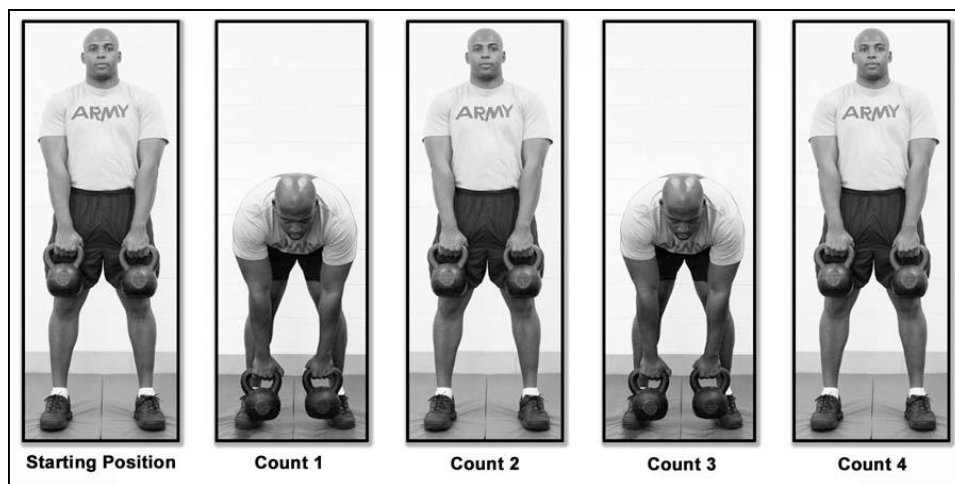
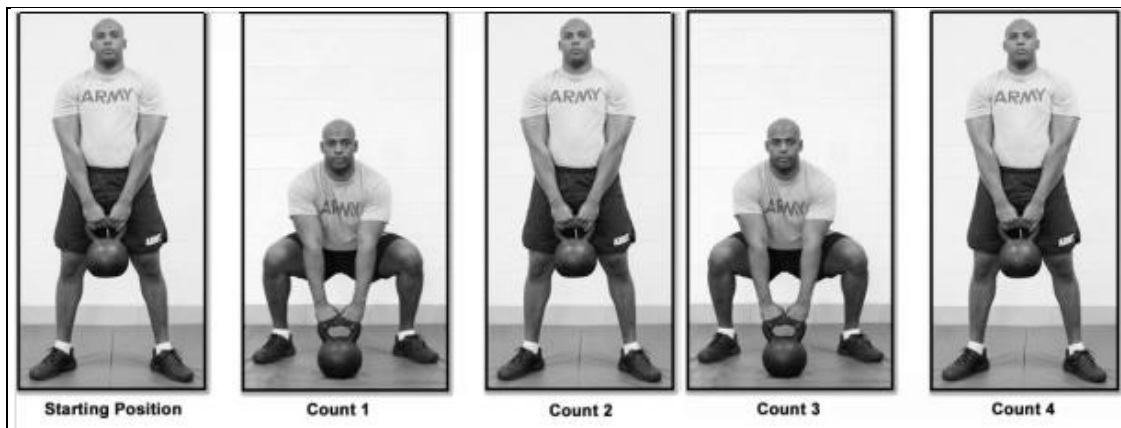


Ilustración 6. Peso muerto con piernas rectas y kettlebells

## **SENTADILLA SUMO**

La sentadilla es un ejercicio base para el desarrollo de la fuerza en el tren inferior y, al igual que el peso muerto, es considerado uno de los básicos. Se centra en la parte anterior de las piernas, es decir, los cuádriceps principalmente, aunque trabajen en menor medida los demás músculos de las piernas. Este ejercicio se puede hacer también con barra o mancuernas. Una vez más, aquí hemos seleccionado la segunda opción y la variante “sumo”.

Se parte de pie con los pies ligeramente más abiertos que los hombros y las puntas apuntando hacia afuera. Sujetando la mancuerna con ambas manos, se empieza a agachar, manteniendo la espalda recta, hasta una profundidad que nos permita nuestra fisiología, tratando de ser lo más profunda posible (ilustración 7).

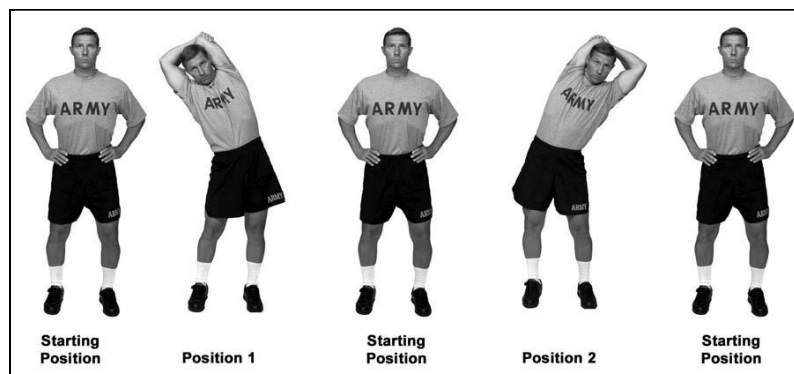


*Ilustración 7. Sentadilla conocida como "sumo".*

### **EJERCICIOS DE RECUPERACIÓN.**

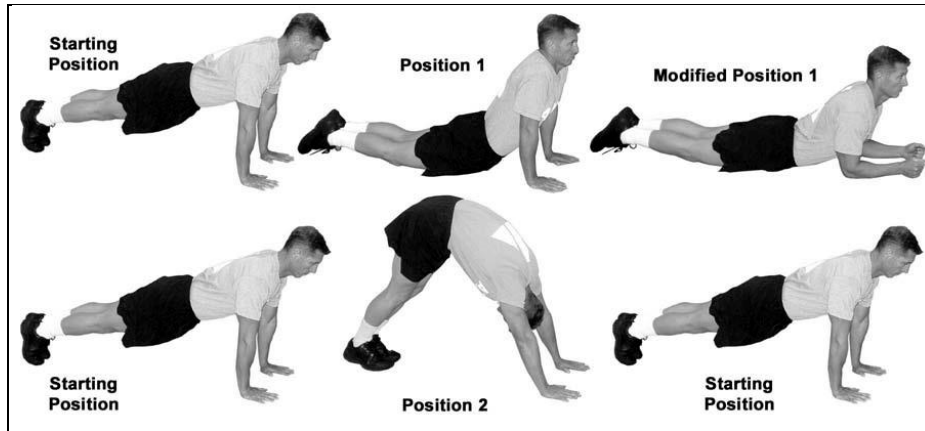
Para finalizar se pueden incluir algunos ejercicios de estiramiento y recuperación. En este caso se han implementado dos ejercicios para la zona lumbar, musculatura del tronco en general y los hombros.

En primer lugar, se inicia con un estiramiento de los hombros y los músculos del tronco. Para ello se parte de pie con las piernas separadas levemente. Se pasa un brazo por detrás a la vez que se gira inclina lateralmente el cuerpo hacia el lado contrario al brazo. Mantener esa posición por un tiempo y repetir hacia el otro lado (ilustración 8).



*Ilustración 8. Estiramiento de los hombros y musculatura del tronco.*

Posteriormente, se prosigue con un ejercicio enfocado más en la musculatura de la espalda, incidiendo mayormente en la región lumbar. Se inicia con una posición de flexión de pecho, se bajan las piernas y los brazos se mantienen, de manera que se crea una posición de extensión en la espalda, la cual debe ser mantenida unos segundos. Tras ello, se vuelve a la posición de flexión y, esta vez, se realiza una flexión de espalda hacia arriba, que también debe ser mantenida un tiempo (ilustración 9).



*Ilustración 9. Flexión y extensión de espalda.*



## **Anexo G. Recomendaciones nutricionales para la alimentación en entorno aeronáutico.**

El presente anexo reúne unas recomendaciones generales para tener en cuenta en operaciones de vuelos. Esta información se ha obtenido del Boletín de Seguridad Operacional de agosto de 2018 de la Academia Antioqueña de Aviación: "Enfermedades ocasionadas por la mala alimentación":

- ❖ Seleccionar una alimentación variada donde se incluyan todos los macronutrientes (glúcidos, proteínas y grasas).
- ❖ Consumir frutas y verduras para adquirir los micronutrientes necesarios.
- ❖ Evitar el consumo de alimentos muy condimentados o azucarados, así como preparaciones con altos niveles de grasa.
- ❖ Evitar el consumo de grandes volúmenes de alimentos, especialmente previo al vuelo.
- ❖ Fraccionar la alimentación en varias comidas diarias para no concentrar todas las ingestas en una sola.
- ❖ Evitar el alto consumo de sustancias diuréticas como el café.
- ❖ Ingerir al menos 2 litros de líquido al día, además ½ litro por cada hora de vuelo.
- ❖ Consumir algún alimento durante un vuelo prolongado y previo al despegue, priorizando aquellos ricos en glúcidos.
- ❖ Evitar masticar chicle, ya que puede generar molestias gastrointestinales.
- ❖ No consumir alcohol al menos en las 24 horas previas al vuelo.
- ❖ No consumir alimentos de origen desconocido y de fácil contaminación. Ejemplo: Mayonesas, cremas, mariscos.
- ❖ Es necesario que quien requiera alguna intervención nutricional, lo realice con un profesional que lo guíe, de manera que no se vea afectado su rendimiento al incurrir en descompensaciones en el organismo.