



**Inspección de 400 horas y chequeo operacional de los alerones y elevadores, de acuerdo  
al manual de mantenimiento ATA 27-20-00 / 27-10-00 de la aeronave Cessna Grand  
Caravan 208, perteneciente a la empresa CASMIV**

Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica  
Aeronáutica.

Tlgo. Zurita Caisaguano, Jonathan Raphael

01 de agosto del 2023

Latacunga



## Plagiarism report

## FUENTES SEBASTIAN AVANCE CAP I-II ...

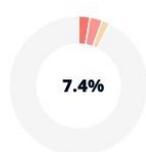
## Scan details

Scan time:  
August 1th, 2023 at 19:48 UTC

Total Pages:  
59

Total Words:  
14524

## Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	2.7%	385
Minor Changes	2.9%	422
Paraphrased	1.8%	263
Omitted Words	0%	0

## AI Content Detection



Text coverage

- AI text
- Human text

### Plagiarism Results: (65)

[Pulso guayaco +Trip \( blog de aviación y viajes\): Cue...](#) **0.5%**

<https://pulsoguayaco.blogspot.com/2022/02/cuencana-airlin...>

Página...

[Nace la división exclusiva de carga... - Periodico El C...](#) **0.4%**

<https://m.facebook.com/periodico.colono/photos/a.1460525...>

Switch to the basic mobile site. ...

[Curso EASA parte M | Curso Homologado EUROINN...](#) **0.4%**

<https://www.euroinnova.do/curso-easa-parte-m>

Euroinnova Business School

Solicitar información ...





**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

### **Certificación**

Certifico que el trabajo de monografía: **"Inspección de 400 horas y chequeo operacional de los alerones y elevadores, de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 27-20-00 / 27-10-00 de la aeronave Cessna Grand Caravan 208, perteneciente a la empresa CASMIV"** fue realizado por el señor **Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

**Latacunga, 01 de agosto de 2023**

Firma:

**Tlgo. Zurita Caisaguano, Jonathan Raphael**

C. C: 0503068660



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián**, con cédula de ciudadanía N° 1004659627, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de monografía: **“Inspección de 400 horas y chequeo operacional de los alerones y elevadores, de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 27-20-00 / 27-10-00 de la aeronave Cessna Grand Caravan 208, perteneciente a la empresa CASMIV”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Latacunga, 01 de agosto de 2023**

Firma

.....  
**Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián**

C. C.: 1004659627



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Autorización de Publicación**

Yo **Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián**, con cédula de ciudadanía N° 1004659627, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de monografía: **Título: "Inspección de 400 horas y chequeo operacional de los alerones y elevadores, de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 27-20-00 / 27-10-00 de la aeronave Cessna Grand Caravan 208, perteneciente a la empresa CASMIV "en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.**

**Latacunga, 01 de agosto de 2023**

Firma

.....  
**Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián**

C. C: 1004659627

### **Dedicatoria**

En honor a Dios, a mis amados abuelitos que ahora están en el cielo, y a mi querida familia, dedico esta tesis con profundo amor y gratitud.

A ti, Dios Todopoderoso, que has sido mi guía y mi fortaleza a lo largo de todo este proceso, te agradezco por tu inmenso amor y por iluminar mi camino en cada paso que he dado, tú has sido mi roca en momentos de incertidumbre, en ti he encontrado consuelo y esperanza, gracias por bendecirme con el don del conocimiento, por darme la sabiduría para llevar a cabo esta tarea, a ti dedico mi tesis, reconociendo que, sin tu gracia y guía, nada de esto sería posible.

A mis queridos abuelitos, quienes me inspiraron y dejaron una huella imborrable en mi vida, deseo honrar su memoria con este logro, aunque ya no están físicamente con nosotros, su legado vive en mi corazón, gracias por su amor incondicional, por su sabiduría transmitida de generación en generación y por ser ejemplos de integridad y perseverancia, a ustedes dedico este trabajo, en agradecimiento por todo lo que me enseñaron y por el amor que siempre me brindaron.

A mi amada familia, mi pilar y mi apoyo incondicional, les agradezco de todo corazón, han estado a mi lado en cada paso de este camino, brindándome su aliento, comprensión y amor, gracias por creer en mí, por sacrificarse para que pudiera perseguir mis sueños y por ser mi fuente de fuerza en los momentos más difíciles. A ustedes dedico esta tesis, como un testimonio del amor y la unidad que nos une, y como una muestra de mi profunda gratitud por su constante apoyo.

Con amor y agradecimiento sincero.

**Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián**

## **Agradecimiento**

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud hacia mi madre, tú has sido mi mayor apoyo y fuente inagotable de amor incondicional, desde el primer día, me has inculcado la importancia del conocimiento y el esfuerzo constante, tu dedicación, sacrificio han sido fundamentales para mi éxito, y nunca podré agradecerte lo suficiente por todas las oportunidades que me has brindado.

A mi amada esposa, mi compañera en esta travesía, te agradezco de todo corazón, tus palabras de aliento, paciencia y comprensión constante han sido un pilar fundamental en mi camino, a pesar de los desafíos que enfrentamos juntos, siempre has estado a mi lado, brindándome el apoyo inquebrantable que necesitaba, tu amor y confianza en mí han sido el impulso que me ha llevado a superar obstáculos y alcanzar mis metas.

A mi dulce hija, mi mayor inspiración, te agradezco por ser mi motor y recordarme constantemente por qué persigo mis sueños, tu sonrisa radiante y tu inocencia me han dado la fuerza para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles, quiero que sepas que todo lo que hago, lo hago por ti, para brindarte un futuro mejor y lleno de oportunidades, gracias por ser mi razón para nunca rendirme. También quiero extender mi gratitud a todas las personas que me han apoyado en mi formación profesional, a mis profesores y mentores, que han compartido su sabiduría, experiencia conmigo, gracias por su guía y orientación a lo largo de estos años, a mis amigos y compañeros de estudio, gracias por el apoyo mutuo, las largas horas de estudio, las risas compartidas, han hecho que este viaje sea mucho más significativo.

Finalmente, quiero agradecer a todos los que creyeron en mí, incluso cuando yo dudaba de mis propias capacidades, sus palabras de aliento, gestos amables y confianza en mí han sido un regalo invaluable, gracias por ser una parte tan importante de mi vida y por impulsarme a seguir adelante.

**Fuentes Visarrea, Mijael Sebastián**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos .....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de figuras .....	12
Índice de tablas .....	15
Resumen .....	16
Abstract.....	17
Capítulo I:Planteamiento del problema de investigación .....	18
Antecedentes.....	18
Planteamiento del problema.....	19
Justificación e Importancia.....	19
Objetivos .....	20
<i>Objetivo general</i> .....	20
<i>Objetivos específicos</i> .....	20
Alcance.....	21
Capítulo II:Marco Teórico.....	22

Historia de la empresa CASMIV .....	22
Aeronave Cessna .....	23
Clasificación de las aeronaves Cessna.....	25
<i>Cessna Monomotor</i> .....	26
<i>Cessna Bimotor</i> .....	28
Aeronave Cessna Grand Caravan 208.....	30
<i>Especificaciones Cessna Grand Caravand 208</i> .....	31
Sistemas principales Cessna Grand Caravand 208.....	33
Sistema hidráulico .....	33
Sistema de combustible.....	35
Sistema de combustible del motor .....	39
Sistema moto propulsor.....	41
Sistema de trenes de aterrizaje .....	43
Tren de nariz.....	43
Trenes principales .....	45
<i>Neumáticos</i> .....	45
<i>Frenos</i> .....	47
<i>Parking break</i> .....	47
<i>Steering</i> .....	48
Sistema de controles de vuelo .....	49
Controles de vuelo primarios .....	49

Controles de vuelo secundarios .....	49
Trim systems .....	50
Bloqueo de las superficies .....	53
Sistema de aviso de pérdida .....	54
<i>Wing flap system</i> .....	55
<i>Standby flap system</i> .....	56
Mantenimiento .....	57
Mantenimiento aeronáutico .....	58
Tipos de mantenimiento.....	59
Mantenimiento preventivo .....	59
Mantenimiento correctivo .....	60
Mantenimiento predictivo .....	60
Documentación técnica.....	62
Manual de mantenimiento de la aeronave .....	62
Manual de Catalogo Ilustrado de Partes .....	63
Boletines de servicio – SB.....	64
Directivas de aeronavegabilidad – AD .....	65
Inspección de aeronaves .....	65
Inspecciones programadas .....	67
Inspecciones no programadas.....	67
Inspección visual .....	67

Inspección visual directa .....	68
Inspección visual indirecta.....	69
Inspección de 400 horas de una aeronave Cessna Grand Caravand 208 .....	70
<b>Capítulo III: Desarrollo del tema.....</b>	<b>72</b>
Descripción general.....	72
Preparación del área de trabajo .....	72
Inspección de 400 horas de los alerones.....	75
Remoción de paneles .....	75
Inspección y chequeo .....	76
Inspección de recorrido – tensión de los cables .....	77
Inspección de 400 horas de los elevadores .....	80
Remoción de paneles .....	81
Inspección por boroscopia de los del tubo de torque de los elevadores.....	81
Reglaje de los elevadores .....	82
Chequeo de la tensión de los cables de los actuadores de los elevadores.....	83
<b>Capítulo IV:Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>84</b>
Conclusiones.....	84
Recomendaciones .....	85
<b>Glosario.....</b>	<b>86</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>88</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Aeronave Cessna 172</i> .....	24
<b>Figura 2</b> <i>Aeronave Cessna 160</i> .....	25
<b>Figura 3</b> <i>Aeronave Cessna Monomotor</i> .....	26
<b>Figura 4</b> <i>Aeronave Cessna 300 Series</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Aeronave Cessna 400 Series</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Aeronave Cessna 400 Bimotor</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>Aeronave Cessna 400 Series</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Aeronave Cessna Grand Caravan 208</i> .....	30
<b>Figura 9</b> <i>Cessna Aircraft Company</i> .....	31
<b>Figura 10</b> <i>Motor Pratt &amp; Whitney Canada PT6A-114A turboprop</i> .....	32
<b>Figura 11</b> <i>Grand Caravan 208</i> .....	32
<b>Figura 12</b> <i>Cilindros maestros de freno</i> .....	33
<b>Figura 13</b> <i>Depósito del líquido de frenos</i> .....	34
<b>Figura 14</b> <i>Accionamiento del freno</i> .....	35
<b>Figura 15</b> <i>Sistema de distribución de combustible</i> .....	36
<b>Figura 16</b> <i>El diagrama de distribución de combustible</i> .....	37
<b>Figura 17</b> <i>System Fuel</i> .....	39
<b>Figura 18</b> <i>Motor turbohélice</i> .....	42
<b>Figura 19</b> <i>Sistemas de trenes de aterrizaje</i> .....	43
<b>Figura 20</b> <i>Tren de nariz</i> .....	44
<b>Figura 21</b> <i>Las cargas verticales</i> .....	44

<b>Figura 22</b> <i>Neumáticos</i> .....	46
<b>Figura 23</b> <i>Rueda del tren del morro</i> .....	46
<b>Figura 24</b> <i>Frenos</i> .....	47
<b>Figura 25</b> <i>Parking brake</i> .....	48
<b>Figura 26</b> <i>Streering</i> .....	48
<b>Figura 27</b> <i>Breke side</i> .....	50
<b>Figura 28</b> <i>Aileron Trim Tab</i> .....	51
<b>Figura 29</b> <i>Aileron Trim</i> .....	52
<b>Figura 30</b> <i>Elevator trim wheel</i> .....	52
<b>Figura 31</b> <i>Rudder lock</i> .....	53
<b>Figura 32</b> <i>Stall warning vane</i> .....	54
<b>Figura 33</b> <i>Wing Flap</i> .....	55
<b>Figura 34</b> <i>Overhead Panel</i> .....	56
<b>Figura 35</b> <i>Mantenimiento</i> .....	57
<b>Figura 36</b> <i>Mantenimiento Aeronáutico</i> .....	59
<b>Figura 37</b> <i>Mantenimiento Preventivo</i> .....	60
<b>Figura 38</b> <i>Mantenimiento Predictivo</i> .....	61
<b>Figura 39</b> <i>Documentación Técnica</i> .....	62
<b>Figura 40</b> <i>Inspección visual directa</i> .....	68
<b>Figura 41</b> <i>Inspección Visual Indirecta</i> .....	69
<b>Figura 42</b> <i>Inspección de la aeronave</i> .....	73

<b>Figura 43</b> <i>Documentación de inspección</i> .....	73
<b>Figura 44</b> <i>Programa de Mantenimiento</i> .....	74
<b>Figura 45</b> <i>Paneles</i> .....	75
<b>Figura 46</b> <i>Tensión de los cables</i> .....	78
<b>Figura 47</b> <i>Comprobación de la tensión</i> .....	78
<b>Figura 48</b> <i>Cabrilla en posición neutral</i> .....	79
<b>Figura 49</b> <i>Grados del Alerón</i> .....	80
<b>Figura 50</b> <i>Remoción de los paneles</i> .....	81
<b>Figura 51</b> <i>Inspección por baroscopio</i> .....	82
<b>Figura 52</b> <i>Ruedas de control de los alerones</i> .....	83

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Aeronaves CASMIV</i> .....	22
<b>Tabla 2</b> <i>Sistemas de la aeronave Cessna Gran Caravan 208</i> .....	70
<b>Tabla 3</b> <i>Grados de los movimientos de los alerones</i> .....	79
<b>Tabla 4</b> <i>Grados de los movimientos de los aileron trim tab</i> .....	80

## Resumen

La inspección de 400 horas es un mantenimiento programado que se realiza cada 400 horas de tiempo de vuelo en la aeronave Cessna Grand Caravan 208. Durante esta inspección, se revisarán los alerones y elevadores, que son superficies de control primarias en la aeronave. Se revisarán los alerones y elevadores para detectar cualquier daño visible, como grietas, abolladuras o desgaste inusual en las superficies. Se aplicará lubricante según las especificaciones del fabricante para garantizar que los mecanismos de movimiento de las superficies estén funcionando de manera suave y eficiente. Se verificará que no haya holguras excesivas en los puntos de articulación de los alerones y elevadores, y se ajustarán según sea necesario. A la vez se verificará la conexión de los sistemas de control desde la cabina hasta los alerones y elevadores para asegurarse de que no haya problemas en la transmisión de movimientos desde los controles hasta las superficies. Se implementará un tensiómetro y un digital protactor, con su respectiva trazabilidad para que la inspección de 400 horas sea satisfactoria. Esto beneficiará en gran manera a la empresa ya que poseerá sus propios equipos, lo cual minimiza los gastos de traslado de personal y alquiler de los equipos. También se realizará una prueba funcional en tierra para garantizar el movimiento adecuado de los alerones y elevadores. Todas estas tareas de mantenimiento son recomendaciones del fabricante y se debe contar con técnicos calificados para realizarlas. Por último, se registrará todos los trabajos en el libro de vida de la aeronave para llevar un control de las inspecciones cumplidas. Es de vital importancia el cumplimiento de esta inspección por tiempo límite de operación ya que así, la aeronave se encontrará aeronavegable y podrá continuar con sus operaciones diarias.

*Palabras clave:* inspección 400 horas, alerones, elevadores, Cessna Caravan.

### **Abstract**

The 400-hour inspection is a scheduled maintenance performed every 400 hours of flight time on the Cessna Grand Caravan 208 aircraft. During this inspection, the ailerons and elevators, which are primary control surfaces on the aircraft, will be checked. The ailerons and elevators will be checked for any visible damage, such as cracks, dents, or unusual surface wear.

Lubricant shall be applied per manufacturer's specifications to ensure that the surface movement mechanisms are operating smoothly and efficiently. Aileron and elevator articulation points shall be checked for excessive looseness and adjusted as necessary. At the same time, the connection of the control systems from the cabin to the ailerons and elevators shall be checked to ensure that there are no problems in the transmission of movements from the controls to the surfaces. A tensiometer and a digital protactor will be implemented, with their respective traceability so that the 400-hour inspection will be satisfactory. This will greatly benefit the company since it will have its own equipment, which minimizes the costs of personnel transfer and equipment rental. A functional ground test will also be performed to ensure proper movement of the ailerons and elevators. All of these maintenance tasks are manufacturer's recommendations and must be performed by qualified technicians. Finally, all work will be recorded in the aircraft's logbook to keep track of the inspections performed. It is of vital importance to comply with this inspection by operating time limit, since this way, the aircraft will be airworthy and will be able to continue with its daily operations.

*Key words:* 400 hours inspection, ailerons, elevators, Cessna Caravan.

## Capítulo I

### Planteamiento del problema de investigación

#### Antecedentes

La constitución de la empresa fue el 8 de diciembre de 2021 en Cuenca para las actividades económicas de transporte aéreo de pasajeros o carga, explotación de terminales aéreas y otros relacionados. De acuerdo al extracto del Consejo Nacional de Aviación Civil de 04 de febrero de 2022, menciona: “Otorgamiento del permiso de operación para explotar el servicio de transporte aéreo, público, doméstico, no regular, en la modalidad de taxi aéreo de pasajeros, carga y correo, en forma combinada para operar en el territorio continental ecuatoriano”. La empresa CASMIV brinda servicios como taxi aéreo, entre los aeropuertos Mariscal La Mar, de Cuenca, y José Joaquín de Olmedo, de Guayaquil. Cuenta con una avioneta marca Cessna Grand Caravan 208.

Esta aeronave tiene una capacidad para 14 personas, de las que dos son tripulantes (piloto y su asistente) y los 12 restantes pueden viajar como pasajeros. La aeronave Cessna Caravan es conocida por su robusta utilidad y flexibilidad. Con su potente motor turbohélice, la aeronave Caravan ofrece combinación de alto rendimiento, bajos costos operativos y capacidad para adaptarse a una amplia variedad de rutas.

Las superficies de vuelo primarias (alerones y elevadores) son manipuladas fácilmente por medio de cables y poleas, las mismas que están conectadas a un cuadrante que transmite el movimiento desde la cabrilla, hacia alerones y elevadores. En cuanto a su motor es un PT6A-114<sup>a</sup> fabricado por Pratt & Whitney en Canadá, la potencia nominal que puede entregar es de 675 shp (503 kw) y el fabricante de las hélices es McCauley.

La cantidad de chequeos o frecuencia de los mismos están determinado por el fabricante el cual está definido por horas de vuelo o ciclos, dependiendo de la parte a tratar. De acuerdo a la planificación de mantenimiento programado menciona que las superficies de

controles de vuelo como son alerones y elevadores deben ser inspeccionados cada 400 horas, esta inspección abarca específicamente el free play de las mismas.

### **Planteamiento del problema**

La aeronave Cessna Grand Caravan 208 cuenta con un sistema de controles de vuelo primarios mediante cables y poleas, estos sistemas deben estar en constante inspección y chequeo de acuerdo a tiempos requeridos en el programa de mantenimiento de la empresa. Una de ellas es la inspección de 400 horas de los alerones y los elevadores, para cumplir con dicha inspección se debe cumplir una tarea de mantenimiento conocida free play. El mismo que tiene como objetivo verificar la tolerancia de clarencia entre los hinges y los attach fittings de los alerones y elevadores.

Para realizar el free play de los alerones y elevadores se debe utilizar un equipo llamado digital protactor, el cual permite comprobar los grados arriba – abajo que deben moverse las superficies para verificar la tolerancia mencionada. Antes de efectuar el chequeo operacional, es necesario verificar con un tensiómetro la tensión de los cables que transmiten el movimiento de la cabrilla hacia las superficies.

La empresa para cumplir con la inspección de 400 horas de las superficies de control debe alquilar tanto el tensiómetro y el digital protactor a una Organización de Mantenimiento Aprobada. Esto perjudica en gran manera a que se amplíen los tiempos de cumplimiento de las cartas de trabajo, no solo para esta tarea de mantenimiento sino para varias ya que estos equipos pueden ser utilizados para algunos sistemas.

### **Justificación e Importancia**

La inspección de 400 horas y chequeo operacional de los alerones y elevadores de la aeronave Cessna Grand Caravan 208, debe cumplirse en el segundo cuatrimestre del año 2023, de acuerdo al programa de mantenimiento de la aeronave, lo que conlleva que la adquisición de los equipos y herramientas especiales sea de suma urgencia.

El tensiómetro y el digital protactor serán implementados con su respectiva trazabilidad para que la inspección de 400 horas sea satisfactoria. Esto beneficiará en gran manera a la empresa ya que poseerá sus propios equipos, lo cual minimiza los gastos de traslado de personal y alquiler de los equipos. Se minimizar los tiempos de cumplimiento de dicha inspección, ya que los técnicos podrán capacitarse sobre el manejo de los mismos y cumplir con otro tipo de tareas de mantenimiento que conlleve el uso de los equipos.

Se considera de vital importancia el cumplimiento de esta inspección por tiempo límite de operación ya que así, la aeronave se encontrará aeronavegable y podrá continuar con sus operaciones diarias.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

“Realizar la inspección de 400 horas y chequeo operacional de los alerones y elevadores, de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 27-10-00 / 27-30-00 de la aeronave Cessna Grand Caravan 208 perteneciente a la empresa CASMIV”

### ***Objetivos específicos***

- Recopilar información pertinente, necesaria y técnica sobre el funcionamiento de los controles de vuelo primarios de la aeronave Cessna Grand Caravan 208.
- Implementar un tensiómetro y el digital protactor para efectuar la inspección de 400 horas de las superficies.
- Ejecutar la inspección y chequeo de 400 horas de los alerones y elevadores de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 27-20-00 / 27-10-00.
- Realizar pruebas de operación de los alerones y elevadores para comprobar su condición satisfactoria.
- Registrar las tareas de mantenimiento de acuerdo a la inspección de 400 horas en la bitácora de la aeronave.

**Alcance**

El presente proyecto tiene como meta principal, cumplir con el programa de mantenimiento de la aeronave, mediante la inspección de 400 horas durante el segundo cuatrimestre del 2023, específicamente de las superficies de control primarias como son los alerones y elevadores de la aeronave Cessna Grand Caravan 208. Además, beneficiará a la empresa CASMIV ya que al cumplir con dicha inspección su aeronave podrá seguir operando en condición aeronavegable.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Historia de la empresa CASMIV

En Azuay, Cuenca, Ecuador nace el nuevo servicio de taxi aéreo llamado Cuencana Airlines. La constitución de la empresa fue el 8 de diciembre de 2021 en Cuenca para las actividades económicas de transporte aéreo de pasajeros o carga, explotación de terminales aéreas y otros relacionados.

El 4 de febrero de 2022 iniciaron el trámite respectivo para obtener el permiso de operación y posterior proceso de certificación. En la solicitud de otorgamiento del permiso de operación para explotar el servicio de transporte aéreo, público, doméstico, no regular, en la modalidad de taxi aéreo de pasajeros, carga y correo, en forma combinada para operar en el territorio continental ecuatoriano (Larenas, 2022).

El tipo y clase de aeronaves que la empresa utilizará en su servicio equipo de vuelo consistente en aeronaves:

**Tabla 1**

*Aeronaves CASMIV*

<b>Aeronaves CASMIV</b>	
Cessna T182T Turbo Skylane	Cessna U206
Cessna T206H	Cessna T206H Turbo Stationar
Piper Navajo	Piper Navajo 414
Piper Navajo 421	Piper Cheyenne IIIA
Cessna 208 Caravan	Cessna 208b Grand Caravan Ex
King Air C90GTX	Piaggio P-180
Super King Air 350I	Super King Air 250

*Nota.* Esta tabla muestra las Aeronaves CASMIV con las que empezaría a brindar servicios aéreos.

En cuanto a su base principal de operaciones y mantenimiento esta estará ubicada en el Aeropuerto “Mariscal La Mar” de la Ciudad de Cuenca, Provincia del Azuay. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) informó, el 9 de marzo, que el Consejo Nacional de Aviación Civil (CNAC) entregó el permiso de operación a la aerolínea Cuencana Airlines.

Esta empresa tiene previsto dar servicio denominado como taxi aéreo, entre los aeropuertos Mariscal La Mar, de Cuenca, y José Joaquín de Olmedo, de Guayaquil. Esta compañía, para los trámites en la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), está identificada como Servicios Aéreos, Carga y Logística CASMIV CIA. LTDA. Esta firma tramitó su autorización “para explotar el servicio de transporte aéreo, público, doméstico, no regular, en la modalidad de taxi aéreo de pasajeros, carga y correo... en el territorio continental ecuatoriano...” (Mendieta C, 2022).

### **Aeronave Cessna**

Cessna es una reconocida empresa fabricante de aeronaves que ha dejado una marca importante en la historia de la aviación. Fue fundada por Clyde Cessna en 1927 en Wichita, Kansas, Estados Unidos. Desde entonces, Cessna ha desarrollado una amplia gama de aeronaves, pero es especialmente conocida por sus aeronaves monomotores ligeros (EcuRed, n.d.).

Uno de las aeronaves más icónicas de Cessna es el Cessna 172 Skyhawk. Introducido por primera vez en 1955, el Skyhawk se ha convertido en el avión de entrenamiento más popular del mundo. Es un avión de cuatro plazas y ala alta, con un diseño confiable y fácil de volar. A lo largo de los años, el Cessna 172 ha sido utilizado tanto para entrenamiento de pilotos como para vuelos privados (EcuRed, n.d.).

**Figura 1***Aeronave Cessna 172*

*Nota.* Cessna 172. Tomada de <https://www.escuelamexico.com>.

El rendimiento del Cessna 172 puede variar según la versión y las características específicas de la aeronave. En general, puede alcanzar velocidades de crucero de alrededor de 110-130 nudos (204-240 km/h) y tener un alcance de aproximadamente 800-1,000 millas náuticas (1,480-1,850 km).

Otro modelo destacado es el Cessna 182 Skylane, que se introdujo en 1956. El Skylane es similar al Skyhawk, pero cuenta con un motor más potente y una capacidad de carga útil más grande. Ha sido utilizado ampliamente para vuelos de recreo, viajes de negocios y aplicaciones de aviación general (EcuRed, n.d.).

Además de las aeronaves monomotores, Cessna ha fabricado otros modelos notables. El Cessna 150, introducido en 1958, fue otro avión de entrenamiento muy popular, especialmente para pilotos principiantes. El Cessna Citation, una línea de aeronaves ejecutivos a reacción, ha sido utilizada ampliamente por empresas y particulares que necesitan transportarse de manera rápida y eficiente (EcuRed, n.d.).

## Figura 2

*Aeronave Cessna 160*



*Nota.* Cessna 150. Tomada de <https://www.agrofy.com.ar/cessna-425.html>

A lo largo de los años, Cessna ha evolucionado y ha seguido fabricando aeronaves innovadoras. En 1985, Cessna suspendió temporalmente la producción de aeronaves monomotores debido a problemas financieros, pero en 1996, la empresa fue adquirida por Textron Inc., lo que permitió su regreso al mercado. Desde entonces, Cessna ha continuado desarrollando nuevos modelos y mejorando sus aeronaves existentes (EcuRed, n.d.).

Las aeronaves Cessna se han utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo entrenamiento de pilotos, aviación general, transporte ejecutivo, misiones de vigilancia y patrullaje, y operaciones de aviación agrícola, entre otros. La marca Cessna ha dejado una huella significativa en la aviación y continúa siendo reconocida por su calidad, confiabilidad y durabilidad en todo el mundo (EcuRed, n.d.).

### **Clasificación de las aeronaves Cessna**

La empresa Cessna Aircraft Company es conocida por fabricar una amplia gama de aeronaves, desde aeronaves ligeros de un solo motor hasta aeronaves de negocios de alta gama. A continuación, se presenta una clasificación general de las aeronaves Cessna según su tipo:

### ***Cessna Monomotor***

Las aeronaves Cessna monomotor son ampliamente reconocidas y populares en la industria de la aviación.

#### **Figura 3**

*Aeronave Cessna Monomotor*



*Nota.* Cessna Monomotor. Tomada de <https://fly-news.es/aviacion-comercial/aviones/cessna-presenta-su-nuevo-monomotor-denali/>

A continuación, se proporciona una clasificación general de algunas de las series más conocidas de aeronaves monomotores Cessna:

**Cessna 100 Series:** Esta serie incluye aeronaves como el Cessna 150, Cessna 152, Cessna 170, Cessna 172 y Cessna 177. Estas aeronaves son de ala alta (excepto el Cessna 177, que tiene alas en posición media-alta) y generalmente tienen capacidad para dos o cuatro ocupantes.

**Cessna 200 Series:** Esta serie está compuesta por aeronaves como el Cessna 205, Cessna 206 y Cessna 207. Estas aeronaves son de ala alta y tienen capacidad para transportar más ocupantes que los modelos de la serie 100, con variantes de seis a ocho asientos.

**Cessna 300 Series:** Esta serie incluye aeronaves como el Cessna 310, Cessna 320 y Cessna 335. Estas aeronaves son bimotores, lo que significa que cuentan con dos motores en

lugar de uno. Son aeronaves de ala baja y suelen tener capacidad para cuatro a seis ocupantes.

#### **Figura 4**

*Aeronave Cessna 300 Series*



*Nota.* Cessna 300 Series. Tomada de <https://alphaaviation.com/cessna-300-400/>

Cessna 400 Series: La serie 400 de Cessna es conocida como la serie "Corvalis" o "TTx". Incluye aeronaves como el Cessna 400 y Cessna TTx. Estas aeronaves son de ala baja y están diseñados para velocidades más altas y mayor eficiencia. Tienen capacidad para cuatro ocupantes y algunos modelos están equipados con tecnología de aeronavegación avanzada.

Cabe destacar que, dentro de cada serie, puede haber diferentes modelos con variaciones en potencia de motor, capacidad de carga útil, alcance, aviónica y otras características.

**Figura 5***Aeronave Cessna 400 Series*

*Nota.* Cessna 400 Series. Tomada de <https://aireclat.com/portfolio/cessna-400-series/>

***Cessna Bimotor***

De igual manera como la anterior calificación Las aeronaves Cessna bimotor son reconocidas ampliamente en la industria de la aviación, variando sus características técnicas y de operación.

**Figura 6***Aeronave Cessna 400 Bimotor*

*Nota.* Cessna Bimotor. Tomada de <https://www.hispaviacion.es>

A continuación, se proporciona una clasificación general de aeronaves Cessna bimotor:

**Cessna 300 Series:** Como mencioné anteriormente, la serie 300 de Cessna incluye aviones bimotores como el Cessna 310, Cessna 320 y Cessna 335. Estos aviones son de ala baja y generalmente tienen capacidad para cuatro a seis ocupantes.

**Cessna 400 Series:** Además de los modelos monomotores, la serie 400 de Cessna también incluye aviones bimotores como el Cessna 402 y Cessna 414. Estos aviones tienen capacidad para entre seis y diez ocupantes y son populares como aviones utilitarios y de negocios.

### Figura 7

*Aeronave Cessna 400 Series*



*Nota.* Cessna 400 Series. Tomada de <https://aireclat.com/portfolio/cessna-400-series/>

**Cessna 404 Titan:** El Cessna 404 Titan es un avión bimotor de ala baja que puede transportar hasta diez ocupantes. Es ampliamente utilizado en misiones de transporte de pasajeros y carga en regiones remotas.

**Cessna 421:** El Cessna 421 es un avión bimotor de ala baja y capacidad para hasta ocho ocupantes. Es conocido por su rendimiento y versatilidad, y es utilizado tanto para operaciones de negocios como para vuelos charter.

**Cessna 425 Corsair:** El Cessna 425 Corsair es un avión bimotor presurizado de ala baja con capacidad para hasta nueve ocupantes. Es apreciado por su velocidad, alcance y capacidad para operar en pistas cortas.

### **Aeronave Cessna Grand Caravan 208**

La aeronave Cessna Grand Caravan 208 es un avión monomotor turbohélice de ala alta fabricado por Cessna Aircraft Company, que ahora es parte de Textron Aviation. Es ampliamente utilizado en todo el mundo para una variedad de aplicaciones, desde transporte de pasajeros hasta carga y misiones especiales (Cessna, n.d.).

### **Figura 8**

*Aeronave Cessna Grand Caravan 208*



*Nota.* Aeronave Cessna Grand Caravan 208. Tomada de <https://mantisserv.com/es/helice-pequenos/119/beece-queen-air-b80>

La Cessna Grand Caravan 208 es conocida por su confiabilidad, versatilidad y capacidad de operar en diversas condiciones y terrenos. Es una opción popular tanto para operaciones comerciales como para misiones gubernamentales y humanitarias en todo el mundo (Cessna, n.d.).

### **Especificaciones Cessna Grand Caravan 208**

La aeronave Cessna Grand Caravan 208 es un avión monomotor turbohélice de ala alta fabricado por Cessna Aircraft Company, que ahora es parte de Textron Aviation. Es ampliamente utilizado en todo el mundo para una variedad de aplicaciones, desde transporte de pasajeros hasta carga y misiones especiales (Cessna, n.d.).

#### **Figura 9**

*Cessna Aircraft Company*



*Nota.* Cessna Aircraft Company parte de Textron Aviation. Tomada de <https://txtav.com/>

La Cessna Grand Caravan 208 es conocida por su confiabilidad, versatilidad y capacidad de operar en diversas condiciones y terrenos. Es una opción popular tanto para operaciones comerciales como para misiones gubernamentales y humanitarias en todo el mundo (Cessna, n.d.).

Está equipada con un motor Pratt & Whitney Canada PT6A-114A turboprop, que proporciona una potencia de alrededor de 675 caballos de fuerza. Tiene una capacidad típica para transportar un piloto y hasta 13 pasajeros. También puede configurarse para llevar carga, con una puerta de carga en la parte trasera y capacidad para transportar contenedores y paquetes (Cessna, n.d.).

**Figura 10**

*Motor Pratt & Whitney Canada PT6A-114A turboprop*



*Nota.* Motor Pratt & Whitney Canada PT6A-114A turboprop. Tomada de <https://www.euravia.aero>

En cuanto a su rendimiento, la velocidad de crucero típica de la Cessna Grand Caravan 208 es de alrededor de 260 km/h (160 mph) y tiene un alcance de aproximadamente 1,700 kilómetros (1,060 millas náuticas). Su techo de vuelo máximo es de alrededor de 7,620 metros (25,000 pies). La aeronave está equipada con sistemas de aviónica modernos, incluyendo pantallas digitales y sistemas de navegación avanzados, lo que facilita la operación y la navegación tanto en condiciones VFR (visual flight rules) como IFR (instrument flight rules)(Cessna, n.d.).

**Figura 11**

*Grand Caravan 208*



*Nota.* Cessna Grand Caravan 208 con un sistema de Avionica moderna. Tomada de <https://cessna.txtav.com>

Además de su uso como transporte de pasajeros y carga, la Cessna Grand Caravan 208 se utiliza ampliamente en aplicaciones especiales, como misiones de búsqueda y rescate, patrullaje aéreo, observación y fotogrametría, lanzamiento de paracaidistas y operaciones en pistas cortas o no preparadas (Cessna, n.d.).

## **Sistemas principales Cessna Grand Caravan 208**

### **Sistema hidráulico**

Los sistemas fueron creados para ser lo más simples posible. Los flaps son eléctricos y no hay otro sistema hidráulico que el de los frenos. La aeronave tiene un freno mono disco de accionamiento hidráulico en cada rueda del tren de aterrizaje principal. Cada freno está conectado por una línea hidráulica a un cilindro maestro fijado a cada uno de los pedales del timón del piloto.

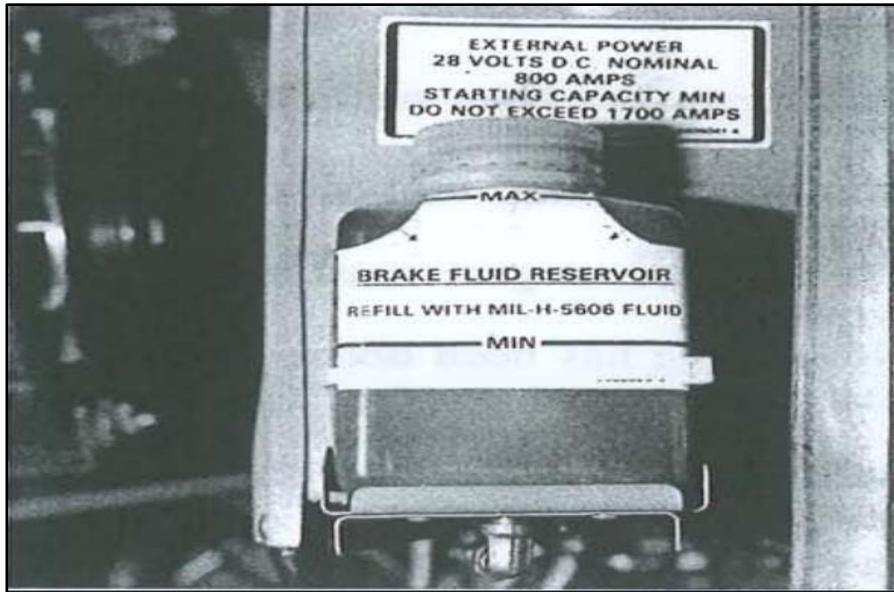
### **Figura 12**

*Cilindros maestros de freno*



*Nota.* Cilindros maestros de freno. Tomada de <https://cessna.txtav.com>

Un depósito de líquido de frenos justo delante del cortafuegos en el lado izquierdo del compartimiento del motor proporciona líquido de frenos adicional para los cilindros maestros de freno (Figura 2). Compruebe el nivel del líquido en el depósito antes de cada vuelo. Rellene el depósito con líquido hidráulico MIL- H-5606.

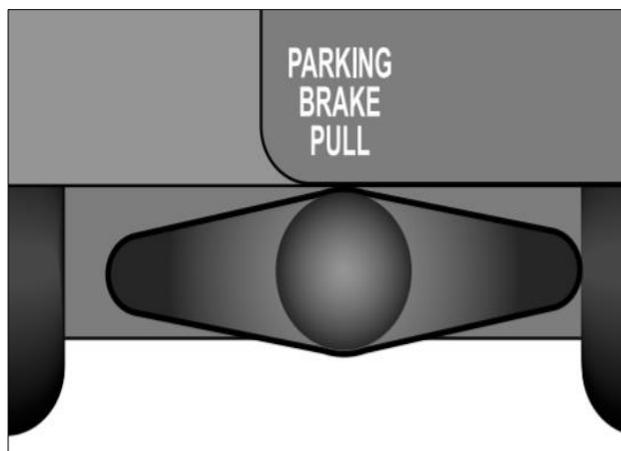
**Figura 13***Depósito del líquido de frenos*

Los frenos se accionan ejerciendo presión sobre la parte superior de los pedales del timón izquierdo (piloto) o derecho (pasajero delantero), que están interconectados. Cuando la aeronave está estacionada, ambos frenos de las ruedas principales pueden accionarse utilizando el freno de estacionamiento, que se acciona mediante una palanca situada en la parte inferior izquierda del panel de instrumentos.

Para aplicar el freno de estacionamiento, accione los frenos con los pedales del timón y tire de la palanca hacia atrás. Para soltar el freno de estacionamiento, empuje la palanca completamente hacia dentro.

**Figura 14**

*Accionamiento del freno.*



Para obtener la máxima vida útil de los frenos, mantenga el sistema de frenos en buen estado. En el caso de aeronaves con frenos metálicos, el accionamiento brusco de los frenos es beneficioso en el sentido de que las temperaturas de frenado más elevadas resultantes ayudan a mantener un acristalamiento adecuado de los frenos y la vida útil esperada de los frenos. Por el contrario, el uso habitual de un frenado ligero y conservador es perjudicial para los frenos metálicos.

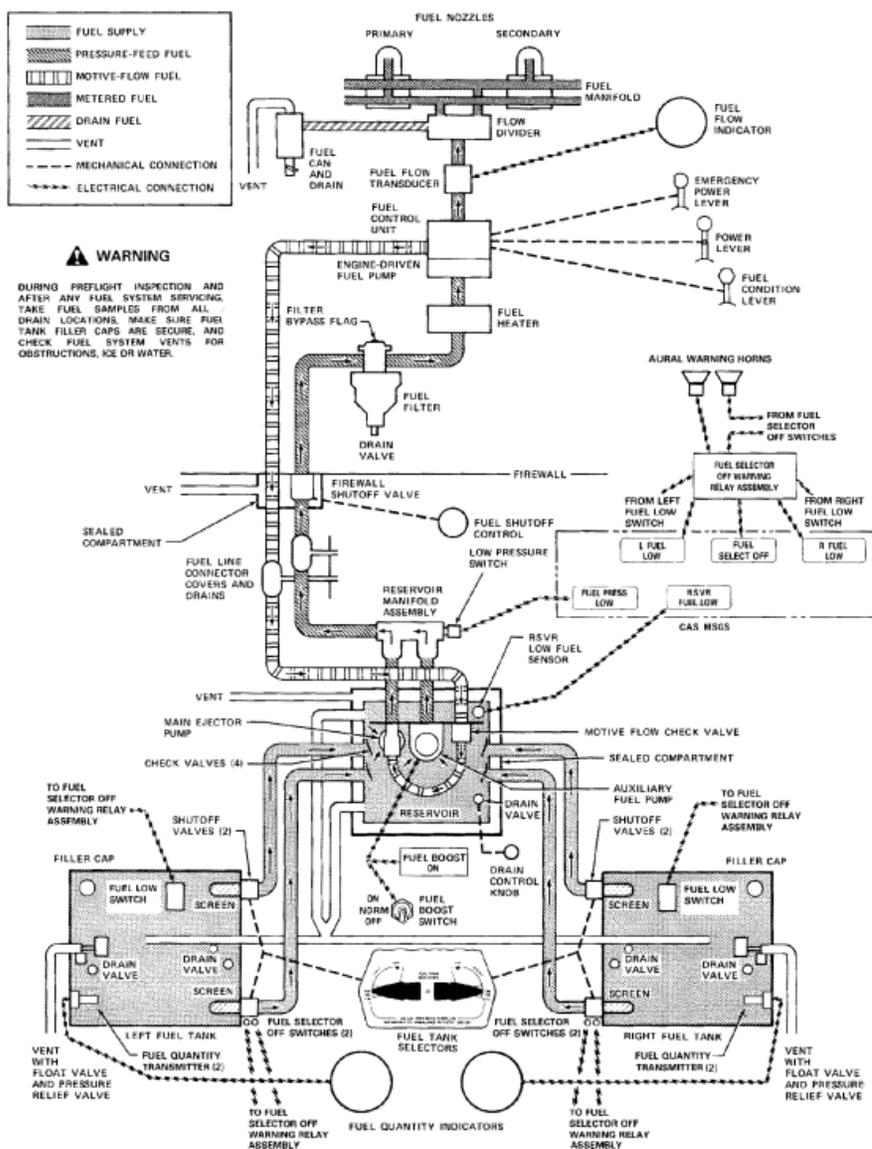
**Sistema de combustible**

El sistema de combustible de la Cessna Caravan consta de dos depósitos de combustible (uno en cada ala formada por los largueros delantero y delanteros y traseros), un depósito de combustible, un sistema de combustible del motor, instrumentación de cantidad y caudal, y los conductos, controles y válvulas necesarios para completar el sistema. La capacidad del sistema de combustible es de 335,6 galones (332 galones utilizables). El llenado de los depósitos de combustible se realiza a través de los tapones de cada ala.



Figura 16

El diagrama de distribución de combustible



Nota. Diagram of Fuel System. Tomada de <https://youtu.be/nbDTqRzOIEA>.

Los avisos de precaución de nivel de combustible del ala, uno para cada tanque del ala, se proporcionan a través del sistema de aviso a la tripulación (CAS). El mensaje FUEL LOW (CAS) se iluminará cuando el combustible en el tanque respectivo es de aproximadamente 25

galones o menos. Un aviso de advertencia de combustible en el depósito de combustible depósito.

El sistema de combustible del motor consta de un calentador de aceite a combustible, una bomba de combustible accionada por el motor, una unidad de control de combustible, un divisor de flujo y una válvula de descarga, un colector de combustible doble con 14 boquillas simplex y dos líneas de drenaje de combustible. El sistema de combustible para satisfacer las demandas de velocidad y potencia del motor.

El combustible del depósito del avión se suministra al calentador de aceite a combustible que utiliza el calor del sistema de aceite lubricante del motor para precalentar el combustible en el sistema de combustible. Una válvula de derivación de aceite que detecta la temperatura del combustible regula la temperatura del combustible permitiendo que el aceite fluya a través del circuito del calentador o derivándolo al depósito de aceite del motor.

El combustible del calentador de aceite a combustible entra en la cámara de la bomba de combustible accionada por el motor a través de una entrada de 74 micras a través de una rejilla de entrada de 74 micras. La rejilla de entrada está cargada por resorte y, en caso de que se bloquee, el aumento de la presión diferencial vencerá al resorte y permitirá la descarga presión diferencial vencerá al muelle y permitirá que el combustible no filtrado fluya a la cámara de la bomba.

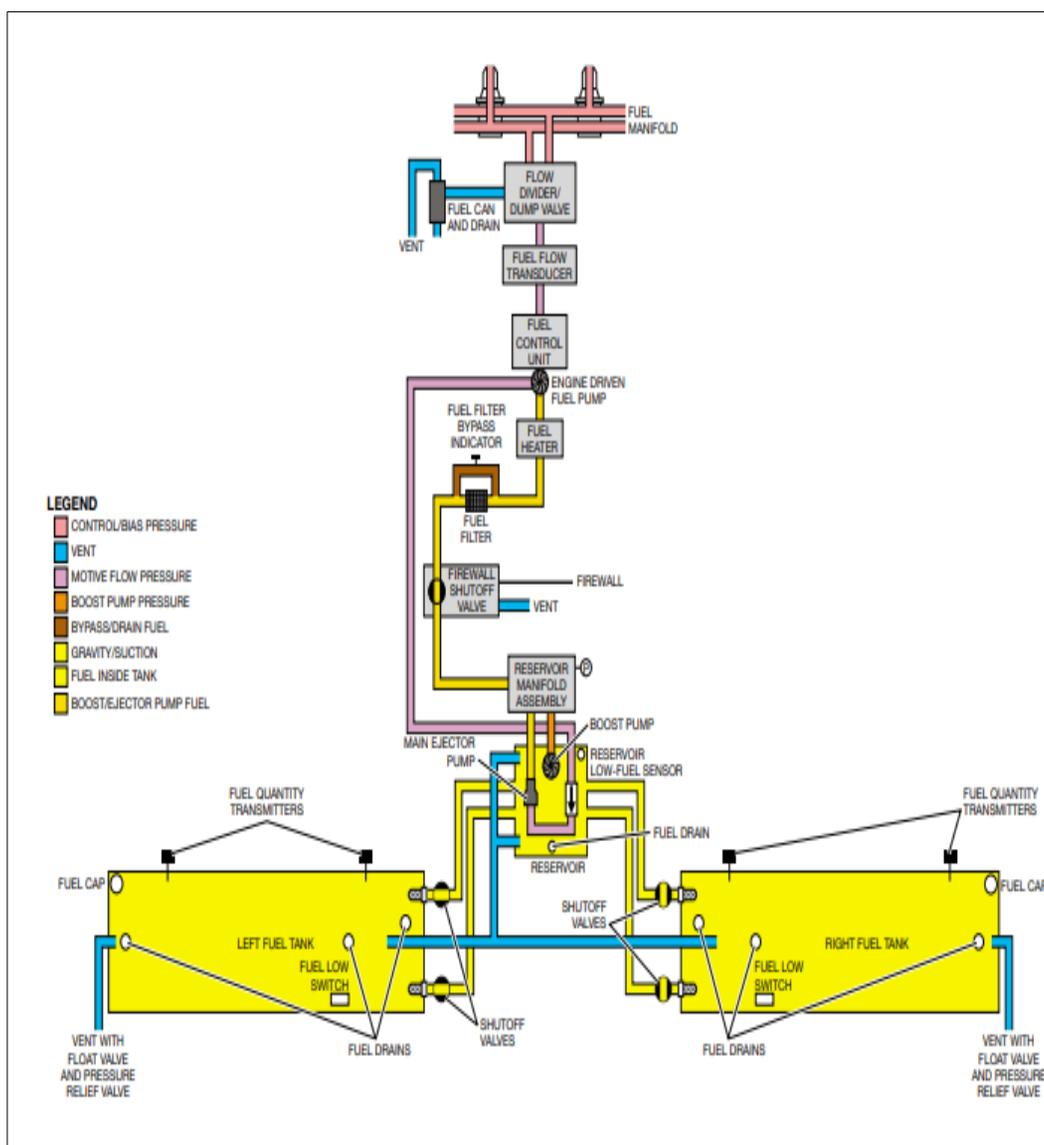
La bomba aumenta la presión del combustible y la envía a la unidad de control de combustible a través de un filtro de 10 micras en la salida de la bomba. Una válvula de derivación y unos conductos alveolados en el cuerpo de la bomba permiten que el combustible a alta presión sin filtrar fluya hacia el sistema de control de combustible alta presión sin filtrar a la unidad de control de combustible en caso de que el filtro de salida de salida se obstruya.

## Sistema de combustible del motor

La unidad de control de combustible consta de una sección de medición de combustible, una sección de compensación de temperatura y un regulador neumático del generador de gas (Ng) y un regulador neumático generador de gas (Ng).

**Figura 17**

*System Fuel*



*Nota.* Diagram fuel system motor. Tomada de <https://youtu.be/nbDTqRzOIEA>.

La unidad de control de combustible determina el programa de combustible adecuado para proporcionar la potencia requerida según lo establecido por la entrada de la palanca de potencia. Esto se consigue controlando la velocidad de la turbina del compresor. La sección de compensación de temperatura altera el programa de combustible de aceleración para compensar las diferencias de densidad del combustible a diferentes de combustible, especialmente durante el arranque del motor.

El regulador de la turbina de potencia situado en el alojamiento del regulador de la hélice, proporciona protección turbina de potencia en caso de fallo del regulador de la hélice. Esto se consigue limitando el combustible al generador de gas. Durante la operación de empuje inverso, la velocidad máxima de la turbina de potencia es controlada por el regulador de la turbina de potencia.

El compensador de temperatura altera el compensador de temperatura altera el programa de aceleración de combustible de la unidad de control de combustible para compensar las variaciones de la temperatura del aire de entrada del compresor. La característica del motor varía con los cambios en la temperatura del aire de entrada, y el programa de combustible de aceleración de combustible de aceleración debe, a su vez, modificarse para evitar el calado del compresor y/o temperaturas excesivas de la turbina.

El divisor de flujo programa el combustible medido, desde la unidad de control de combustible, entre los colectores de combustible primario y secundario. El colector de combustible y los conjuntos de boquillas suministran combustible a la cámara de combustión a través de 10 boquillas de combustible primarias y 4 secundarias, con las boquillas secundarias cortando por encima de un valor preestablecido.

Todas las toberas están operativas al ralentí y superior. Cuando la válvula de corte de combustible de la unidad de control de combustible se cierra durante la parada del motor, tanto el colector primario como el secundario se conectan a un puerto de válvula de descarga y el combustible residual del colector secundario se descarga y el combustible residual en los

colectores se deja drenar hacia el bidón de combustible acoplado a la válvula de descarga en el bidón de combustible fijado al cortafuegos, donde se puede drenar diariamente.

### **Sistema moto propulsor**

Para propulsar el avión Grand Caravan 208 de Cessna, El Pratt & Whitney Canadá PT6 es un motor aeronáutico turbohélice, producido por Pratt & Whitney Canadá. La familia PT6 es particularmente conocida por su altísima fiabilidad, con un tiempo medio de duración de 9000 horas, se optimizó para funcionar con 500 galones en condiciones de funcionamiento de altitud y altas temperaturas, el motor permite un despegue con tanque lleno y a la máxima potencia disponible a 111 grados F (44 grados C), lo que ayuda eficazmente a los operadores a aumentar su productividad (Ocaña E, 2021).

El motor ofrece una potencia mecánica en el eje de 867 caballos (SHP) y una capacidad térmica de 1.075 SHP. El motor no requiere tiempo de calentamiento ni enfriamiento, permitiendo que los operadores maximicen su productividad y eficiencia (Ocaña E, 2021).

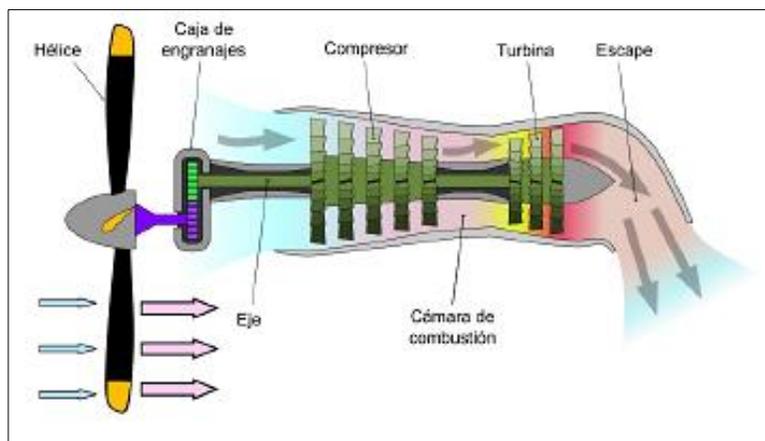
La propulsión del motor Pratt & Whitney Canadá PT6 turbohélice se realiza por la conversión de la mayor parte de la energía de la corriente de gas en potencia mecánica para arrastrar al compresor, accesorios, y carga de la hélice cuatripala. Solo una pequeña cantidad (aproximadamente el 10 por ciento) del empuje del chorro está disponible por la corriente de gas de relativamente baja presión y baja velocidad creada por las etapas de turbina necesarias para arrastrar la carga extra de la hélice (Ocaña E, 2021).

El motor turbohélice cuatripala es superior para despegar con cargas pesadas en pistas de longitud corta y media. Normalmente los turbohélices están limitados en velocidades hasta aproximadamente 500 mph (805 km./h), ya que el rendimiento de la hélice cae rápidamente con velocidades mayores a causa de la formación de ondas de choque. No obstante, los investigadores en la Hamilton Standard Division of United Technologies Corporation y otros están intentando superar, o ampliar esta limitación experimentando con hélices multipalas de cuerda ancha y diámetro pequeño, que dicen ser más rentables que el turbofán de gran

relación de paso, con un 20 por ciento de reducción en el consumo específico de combustible (Ocaña E, 2021)

### Figura 18

#### *Motor turbohélice*



*Nota.* El motor turbohélice cuatripala. Tomada

En este motor turbohélice de eje único, la hélice está conectada al mismo eje que la turbina a través de un engranaje reductor, debido a que su rendimiento máximo se consigue a una velocidad de rotación muy inferior a la del motor (Ocaña E, 2021).

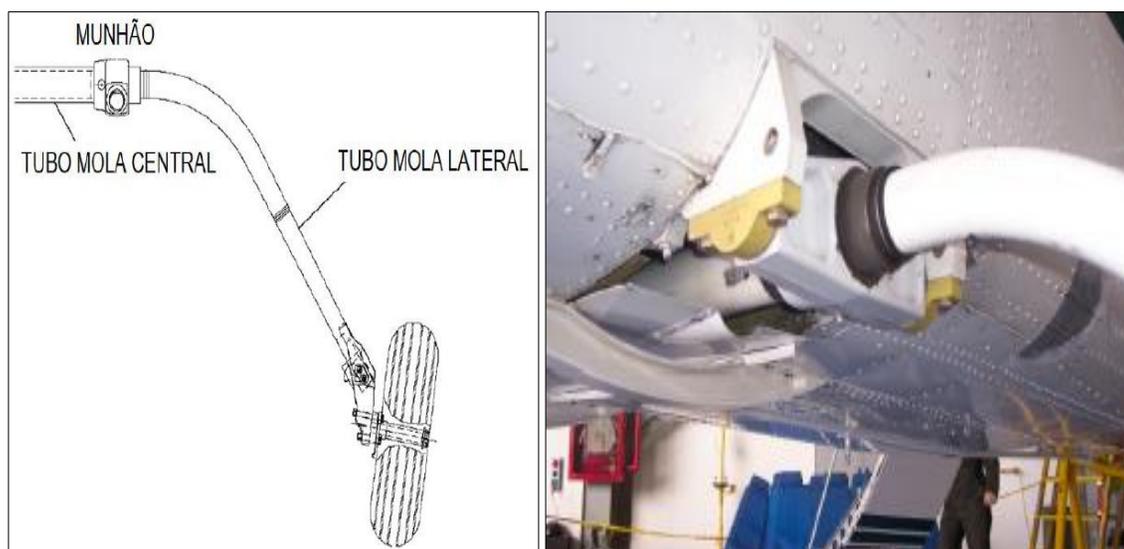
Un importante requisito de este tipo de turbohélice es que el paso de la hélice tiene que poder regularse de forma precisa (entre  $8^\circ$  y  $12^\circ$ ) antes del arranque del motor para disminuir la energía necesaria para moverla. Esto quiere decir que el eje de la hélice debe ser menor a el eje que va conectado a la turbina, ya que al alcanzar la velocidad requerida el eje reductor de turbina dará más vueltas, por lo tanto, los engranes del eje de turbina debe ser mayores que esta, así se regula la velocidad constante que se requiera en cuanto a la demanda de combustible (Ocaña E, 2021).

## Sistema de trenes de aterrizaje

El conjunto del tren de aterrizaje es de tipo triciclo fijo, con los trenes principales en bastidor tubular y un tren de nariz dirigitible en tierra. Cada tren fijo tiene un juego de frenos de disco, accionados hidráulicamente (The Mind Aviation Training, n.d.).

### Figura 19

*Sistemas de trenes de aterrizaje*



*Nota.* Sistema de trenes de aterrizaje. Tomada de

### Tren de nariz

El tren de nariz consiste en un conjunto de tren amortiguador de aire/aceite montado en un tubo (brazo de arrastre) unido al fuselaje mediante muñones. El tren de nariz también incluye: un amortiguador de vibraciones (shimmy damper), la rueda del tren de nariz y un eslabón que conecta el conjunto con los pedales del piloto (The Mind Aviation Training, n.d.).

**Figura 20**

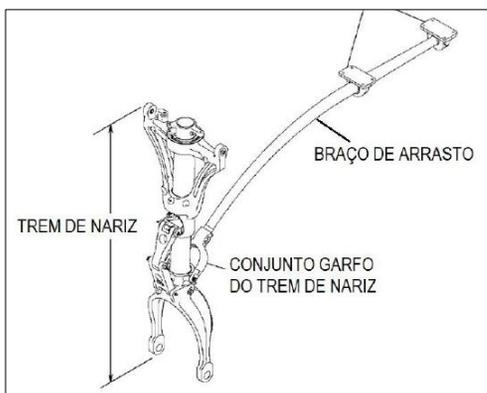
*Tren de nariz*



Las cargas verticales que se producen durante el aterrizaje o el rodaje son absorbidas por el brazo de arrastre y el amortiguador del tren. El tren de nariz puede dirigirse (timonearse) hacia ambos lados en un arco de 15 grados utilizando los pedales del timón y hasta 56 grados utilizando los pedales junto con la aplicación del freno diferencial (The Mind Aviation Training, n.d.).

**Figura 21**

*Las cargas verticales*



## **Trenes principales**

El tren principal consta de un tubo central y dos tubos laterales con muelles. El tubo central está unido a los tubos laterales mediante un conjunto denominado muñón. El muñón está unido al fuselaje en dos puntos a cada lado de la estructura inferior del fuselaje (The Mind Aviation Training, n.d.).

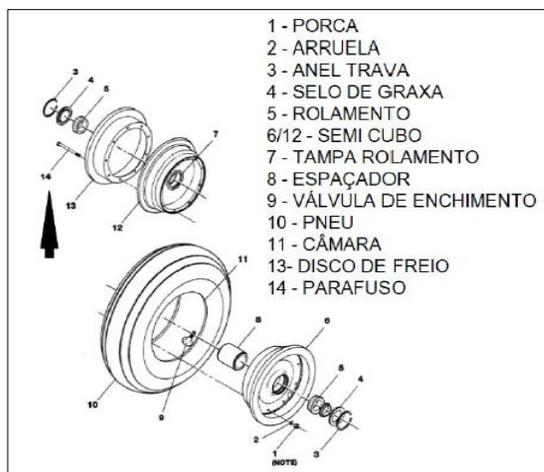
Debido a las cargas verticales cuando el avión está aterrizando o rodando, los tubos laterales y central giran alrededor del eje longitudinal en torno a los puntos de fijación. Cada muñón utiliza un cojinete y una tapa de cojinete asegurada por 2 pernos. Esto hace que el tren principal sea fácilmente desmontable para los servicios de mantenimiento (The Mind Aviation Training, n.d.).

## ***Neumáticos***

Las ruedas principales son de aluminio y están diseñadas para utilizarse con un neumático y una cámara. Cada rueda principal consta de 2 mitades, o medio cubo, dos cojinetes cónicos, dos tapas de cojinete, juntas de grasa y conjunto de freno. Las dos mitades se unen mediante tornillos, tuercas y arandelas. En el cubo hay un orificio para insertar la válvula de llenado (The Mind Aviation Training, n.d.).

## Figura 22

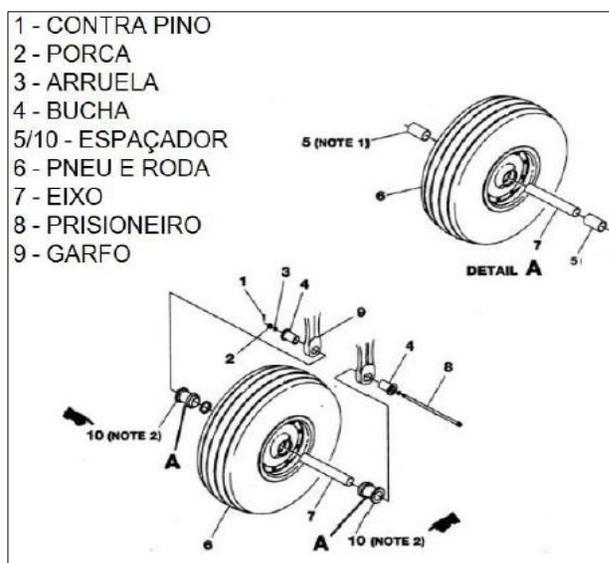
### Neumáticos



La rueda del tren de morro es de aluminio y está diseñada para ser utilizada con neumático y cámara de aire. La rueda del tren de morro consta de dos mitades (semicubos), dos cojinetes cónicos con sus tapas y dos retenes de grasa. Las dos mitades se unen mediante tornillos, tuercas y arandelas. En el cubo hay un orificio para insertar la válvula de llenado (The Mind Aviation Training, n.d.).

## Figura 23

### Rueda del tren del morro



## ***Frenos***

En la aeronave hay instalados dos cilindros maestros, uno en cada pedal de freno. Están situados delante del pedal piloto. Cada cilindro maestro consta de un pistón, un anillo, un muelle y un cilindro. Son la fuente de generación de presión de accionamiento del freno (The Mind Aviation Training, n.d.).

### **Figura 24**

#### *Frenos*

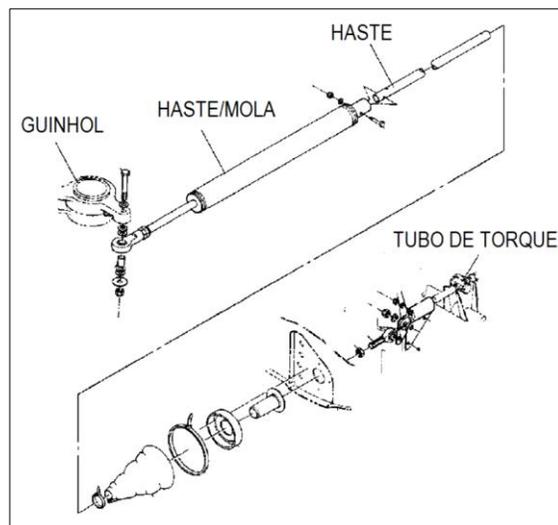


### ***Parking break***

La aeronave está equipada con un sistema de freno de estacionamiento, compuesto por una válvula de freno de estacionamiento situada debajo del suelo, detrás de los pedales del piloto, conductos que conectan la válvula a los cilindros maestros y a los cilindros de freno, un cable flexible y una palanca de control, situada en la parte inferior izquierda del panel de instrumentos (The Mind Aviation Training, n.d.).

**Figura 25***Parking brake***Steering**

Un sistema direccional se instala en el tren de morro y utiliza un tubo para conectar el brazo de torsión en el eje del pedal al piñón montado en la parte superior de la pata de potencia del tren de morro. El tren de morro puede orientarse 15 grados a cada lado del centro mediante el sistema direccional (The Mind Aviation Training, n.d.).

**Figura 26***Steering*

## **Sistema de controles de vuelo**

El sistema de control de vuelo de la aeronave incluye superficies de control convencionales de alerón, elevador y timón, y un par de alerones sobre los extremos exteriores de los flaps. Las superficies de control se accionan manualmente mediante conexiones mecánicas que utilizan una rueda de control para los alerones, los alerones, los spoilers y el elevador, y pedales de timón/freno para el timón.

### **Controles de vuelo primarios**

Los controles primarios de vuelo incluyen los alerones, el timón y el elevador. Estos controles de vuelo se controlan usando la columna de control y los pedales del timón. Los alerones en el borde de salida de ambas alas proporcionan control lateral (balanceo) alrededor del eje longitudinal. El Rudder, está articulado al borde de salida del estabilizador vertical, proporciona control direccional sobre el eje vertical (guiñada). Los elevadores en el borde de salida del estabilizador horizontal proporcionan control longitudinal sobre el eje lateral (cabeceo).

El piloto y el copiloto (pasajero delantero) tienen las columnas de control convencionales. Las entradas de control se transmiten a los alerones y elevadores a través de cables y manivelas. Además, disponen de pedales de timón. Las entradas de control se transmiten al timón a través de cables. Al presionar la parte superior de los pedales del timón no ajustables se activan los frenos.

### **Controles de vuelo secundarios**

Los controles de vuelo secundarios incluyen los alerones, los sistemas de trim y los bloqueos de control. Los spoilers del ala mejoran el control lateral de la aeronave a bajas velocidades al interrumpir la sustentación sobre el flap apropiado.

**Figura 27***Breke side*

Los alerones están interconectados con el sistema de alerones a través de una varilla de empuje, a un brazo de la campana del alerón. Mientras que el movimiento de los alerones comienza simultáneamente con el recorrido ascendente del alerón, el movimiento de los alerones durante los primeros 5° del recorrido del alerón es insignificante.

Una vez que el alerón se desvía hacia arriba más allá de 5°, la tasa de desviación del alerón es proporcional a la del alerón hasta que alcanzan la posición de completamente arriba. Cuando el alerón se desvía hacia abajo, el alerón está completamente retraído. Las semi aletas del alerón reducen las fuerzas de maniobra de la rueda de control.

**Trim systems**

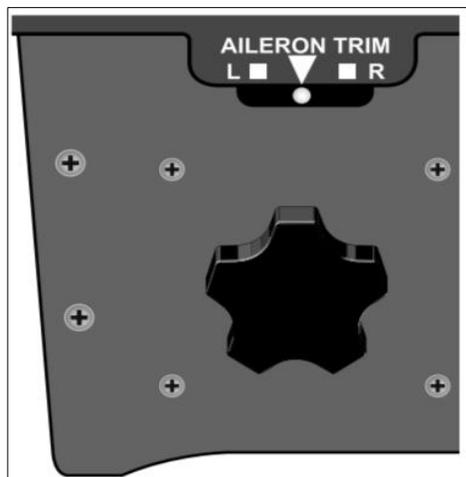
Los sistemas de trim del alerón, el elevador y el timón se accionan manualmente. El trim del alerón se consigue mediante una semi aleta acoplada al alerón.

**Figura 28***Aileron Trim Tab*

El funcionamiento es girando el botón AILERON TRIM hacia la derecha (sentido horario) se recorta el ala derecha hacia abajo; girando el botón hacia la izquierda (sentido antihorario) se recorta el ala izquierda hacia abajo.

El trimado del elevador se realiza mediante dos flaps operados por cable usando la rueda ELEVATOR TRIM en la parte superior izquierda del pedestal de control.

El trim del timón se realiza a través de la rueda RUDDER TRIM en el pedestal de control, que está unido al tubo de torsión del timón delantero y a la varilla de empuje de dirección del tren de morro girando la rueda RUDDER TRIM hacia la izquierda o hacia la derecha hasta la posición de trimado deseada. Girando la rueda del elevador a la derecha se ajusta el morro a la derecha; por el contrario, girándola a la izquierda se ajusta el morro a la izquierda.

**Figura 29***Aileron Trim*

La capacidad del trim el timón depende de que el tren de morro se extienda completamente y se bloquee en la posición central. Si el tren de morro no está bloqueado en la posición central, mover la rueda RUDDER TRIM sólo mueve la rueda de morro a izquierda o derecha y no afecta al timón.

**Figura 30***Elevator trim wheel*

## Bloqueo de las superficies

Se proporciona un bloqueo de control para bloquear las superficies de control del alerón y del elevador. El bloqueo de las superficies de control evita que el viento dañe estos sistemas mientras la aeronave está estacionada. El bloqueo incluye una varilla de acero perfilada y una bandera. La bandera lo identifica como un bloqueo de control y advierte sobre su retirada antes de arrancar el motor.

Para instalar el bloqueo de control, alinee el orificio en el lado derecho del eje de la rueda de control del piloto con el orificio en el lado derecho del collar del eje en el panel de instrucciones, e inserte la varilla en los orificios alineados. La instalación del bloqueo asegura los alerones en una posición neutral y los elevadores en una posición de borde de fuga ligeramente hacia abajo.

La instalación correcta del bloqueo coloca la bandera sobre el panel de interruptores de la pared lateral izquierda. La aeronave está equipada con un bloqueo de ráfagas del timón operado por una palanca externa en el lado izquierdo del cono de cola. El bloqueo de ráfagas del timón tiene una conexión a prueba de fallos con el sistema de control del elevador para garantizar que se desactiva antes de que la aeronave despegue. La conexión desactiva automáticamente el bloqueo cuando el elevador se desvía hacia arriba desde el punto muerto.

### Figura 31

*Rudder lock*



## Sistema de aviso de pérdida

La unidad de aviso de entrada en pérdida está situada en el borde de ataque del ala izquierda. Está conectado eléctricamente a una bocina de aviso de pérdida en el panel superior del piloto. La veleta y el sensor en el borde de ataque del ala están equipados con un elemento calefactor. La parte calentada del sistema es operada por el interruptor STALL HEAT en el panel de interruptores ANTI-ICE y está protegido por el interruptor STALL WARN en el panel CB.

### Figura 32

*Stall warning vane*



Controles e Indicaciones La veleta en el ala detecta el cambio en el flujo de aire sobre el ala y acciona la bocina de aviso a velocidades del aire de entre 5 y 10 nudos por encima de la pérdida en todas las configuraciones. Funcionamiento Compruebe el sistema de aviso de pérdida durante la inspección pre-vuelo poniendo momentáneamente en ON el interruptor de la BATERÍA y accionando la aleta del ala. El sistema está operativo si la bocina de aviso suena al empujar la aleta hacia arriba.

El sistema de aviso de pérdida está protegido por un disyuntor STALL WARN, que se puede accionar para apagar la bocina de aviso en caso de que la aleta se atasque en la posición ON. Lo siguiente se aplica a SN posteriores y a aeronaves anteriores modificadas con el kit de servicio aplicable. Para evitar o desactivar las molestas advertencias de pérdida

durante las operaciones en tierra, empuje el yugo de control hacia adelante hasta el tope. Esto activa el interruptor de desactivación del aviso de pérdida en tierra.

### ***Wing flap system***

En el caso de aeronaves con frenos metálicos, el accionamiento brusco de los frenos es beneficioso en el sentido de que las temperaturas de frenado más elevadas resultantes ayudan a mantener un acristalamiento adecuado de los frenos y la vida útil esperada de los frenos. Por el contrario, el uso habitual de un frenado ligero y conservador es perjudicial para los frenos metálicos.

### **Figura 33**

#### *Wing Flap*

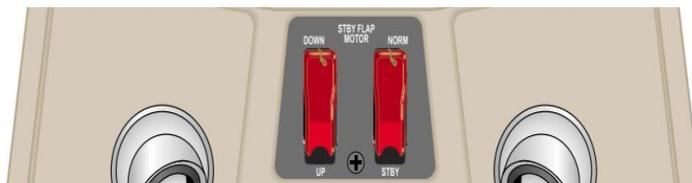


Los flaps del ala son de gran envergadura, de una sola ranura y están accionados por un motor eléctrico. El sistema está protegido por el disyuntor FLAP MOTOR del panel CB.

Los alerones se extienden o retraen posicionando la palanca selectora de alerones en el pedestal de control a la posición de deflexión de alerones deseada. La palanca selectora se mueve hacia arriba o hacia abajo en un panel ranurado que proporciona topes mecánicos en las posiciones TO/ APR y LAND. Un puntero con punta blanca en el lado izquierdo de la palanca indica la posición de los flaps.

## Figura 34

### Overhead Panel



### Standby flap system

Un sistema de reserva puede accionar los flaps en caso de avería del sistema primario.

El sistema de reserva incluye:

- Motor de reserva
- Interruptores STBY FLAP MOTOR protegidos y atados (con cable de cobre rompible)
- Posiciones NORMAL-STBY
- Posiciones ARRIBA-ABAJO

El interruptor protegido STBY FLAP MOTOR tiene posiciones NORM y STBY. La posición NORM permite la operación del flap usando el selector en el pedestal de control. La posición STBY desactiva el motor primario del flap. El otro interruptor STBY FLAP MOTOR tiene las posiciones UP, OFF y DOWN. Operación Para operar los flaps con el sistema de standby, levante la protección y coloque el interruptor STBY FLAP MOTOR en la posición STBY.

Al levantar la protección y accione el interruptor STBY FLAP MOTOR UP-DOWN momentáneamente a ARRIBA o ABAJO según sea necesario, se puede observar que el indicador de posición de la aleta mientras opera el sistema de espera. Dado que el sistema de standby de flaps no dispone de finales de carrera, el accionamiento del interruptor STBY FLAP MOTOR-UP - DOWN debe detenerse antes de que los flaps alcancen su recorrido máximo hacia arriba o hacia abajo para evitar daños en los soportes del motor de flaps.

## Mantenimiento

Se lleva a cabo para que un elemento, o unidad de producción, pueda continuar. El mantenimiento, en otras palabras, consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento de un bien de capital, propiedad de la empresa (Westreicher G, 2020).

La realización de un correcto mantenimiento es necesario en todas las actividades económicas, además de que exige una serie de gastos por parte de la organización (Westreicher G, 2020).

### Figura 35

*Mantenimiento*



*Nota.* Mantenimiento del Tren de Aterrizaje. Tomada de <https://mx.techspray.com>

El mantenimiento es el procedimiento por el cual se trata un bien determinado de manera que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias externas no lo afecten. Hay muchos campos en los que se puede aplicar el término, ya sea para bienes físicos o virtuales. Así, es posible referirse al mantenimiento de una casa, una obra de arte, un vehículo, un programa o conjunto de programas, un sistema, etc. El mantenimiento suele ser realizado por especialistas en la materia (*Que Es Mantenimiento - Mantenimiento*, n.d.).

## **Mantenimiento aeronáutico**

El mantenimiento aeronáutico consiste básicamente en una serie de inspecciones periódicas que deben realizarse en todas las aeronaves comerciales/civiles transcurrido un tiempo específico o después de un uso específico. Las compañías aéreas y otros operadores comerciales de aeronaves se rigen por un programa de inspección continua aprobado por la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) en Europa, y por la Administración Federal de Aviación (FAA) en los Estados Unidos (ITAérea, n.d.).

El mantenimiento aeronáutico o MRO (Maintenance, Repair and Overhaul, en sus siglas en inglés) siempre ha sido uno de los puntos más delicados de la aviación, tanto cuando una aeronave vuela, debido a los altos costes de operación, como cuando falla por falta de un repuesto, haciendo que esté inoperativa. En ambos casos se incurre en costes fijos muy elevados (ITAérea, n.d.).

En el caso de la AESA, el programa de inspección está regulado por el reglamento (UE) Nº 1321/2014 de la comisión de 26 de noviembre de 2014, el mismo relativo al mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves y de los productos aeronáuticos, componentes y equipos, así como de las organizaciones y el personal que participan en estas tareas.

Los intervalos de tiempo estipulados entre las diferentes inspecciones de mantenimiento dependen tanto del fabricante de la aeronave como del operador de la misma. Estas inspecciones dependen normalmente del número total de horas de vuelo de la aeronave y del número de ciclos de la aeronave (número de aterrizajes) (ITAérea, n.d.).

**Figura 36***Mantenimiento Aeronáutico*

*Nota.* Mantenimiento es una serie de inspecciones periódicas, Tomada de <https://www.gob.ec>

**Tipos de mantenimiento****Mantenimiento preventivo**

Es aquel que se realiza periódicamente para evitar en la medida de lo posible fallos en la aeronave. Entre estos trabajos se incluyen revisión y reparación de amortiguadores, neumáticos, etc. del tren de aterrizaje y conservar y proteger aquellos componentes que no requieren desmontaje. Además de los controles diarios que se realizan, también se hacen inspecciones antes de cada vuelo mediante una revisión rápida de neumáticos, aceite, etc. Cada 48 horas se realizan inspecciones más exhaustivas de frenos, líquidos, fuselaje como alas, cabina, etc. Junto a todas estas inspecciones, las llamadas de cartas, que se realizan cada x tiempo establecido (AVIATION GROUP, n.d.).

## Figura 37

### *Mantenimiento Preventivo*



*Nota.* Mantenimiento preventivo realizado periódicamente. Tomada de <https://a21.com>.

### **Mantenimiento correctivo**

Si aún después del mantenimiento preventivo se presentan fallos, se lleva a cabo un mantenimiento correctivo de aquellos componentes que se han averiado o es necesario desmontar para su correcto mantenimiento. Estas reparaciones mayores necesitan la aprobación de una autoridad competente (AVIATION GROUP, n.d.).

Por tanto, para que un avión sea considerado apto para volar, necesita haber pasado una serie de tareas de inspección y revisión para asegurar que no va a tener ningún tipo de problema durante su funcionamiento (AVIATION GROUP, n.d.).

### **Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo aeronáutico es una estrategia de mantenimiento utilizada en la industria de la aviación para predecir y prevenir posibles fallas o problemas en las aeronaves. Se basa en la recopilación y análisis de datos en tiempo real, así como en el uso de técnicas avanzadas de monitoreo y diagnóstico (AVIATION GROUP, n.d.).

El objetivo principal del mantenimiento predictivo aeronáutico es maximizar la disponibilidad y confiabilidad de las aeronaves al reducir el tiempo de inactividad no planificado

y los costos asociados. En lugar de realizar mantenimientos periódicos programados, se utilizan sensores y sistemas de monitoreo a bordo de la aeronave para recopilar datos sobre el rendimiento de los diferentes sistemas y componentes (AVIATION GROUP, n.d.).

### **Figura 38**

#### *Mantenimiento Predictivo*



*Nota:* Mantenimiento predictivo en la Industria Aeronáutica. Tomada de <https://terotecnic.com>

Estos datos se transmiten a un sistema centralizado donde se analizan utilizando algoritmos y modelos predictivos. Con base en estos análisis, se pueden identificar patrones, tendencias o anomalías que podrían indicar posibles fallos o desgaste en los sistemas de la aeronave. Esto permite tomar medidas preventivas y realizar intervenciones de mantenimiento antes de que ocurran problemas graves (AVIATION GROUP, n.d.).

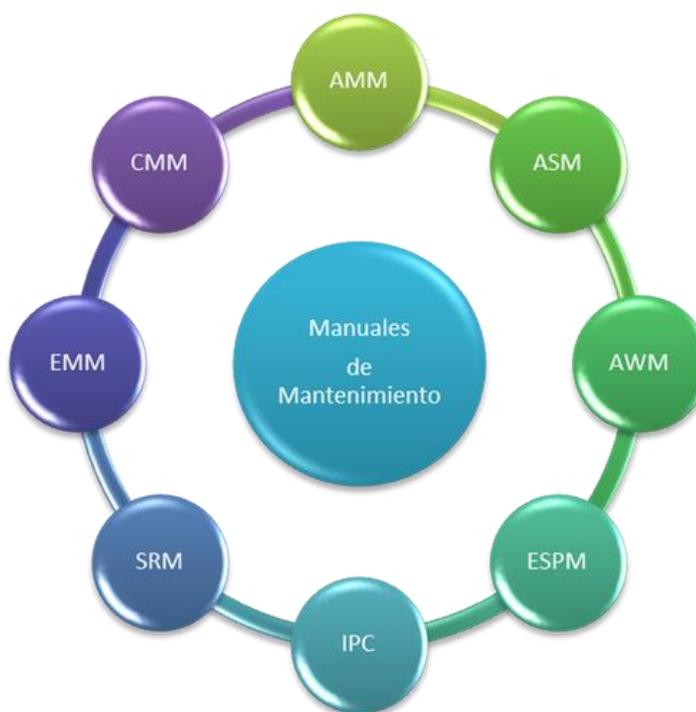
El mantenimiento predictivo aeronáutico se beneficia de los avances en tecnología de sensores, almacenamiento de datos, análisis de big data e inteligencia artificial. Estas herramientas permiten una recopilación y procesamiento eficiente de grandes cantidades de datos en tiempo real, lo que facilita la detección temprana de posibles problemas y la toma de decisiones informadas sobre el mantenimiento (AVIATION GROUP, n.d.).

## Documentación técnica

Existen diferentes tipos de manuales que son utilizados de acuerdo a las tareas de mantenimiento a ser realizadas, estos manuales son emitidos por el fabricante y deben ser actualizados por el mismo. A continuación, se analiza varios de los manuales que son utilizados comúnmente en los trabajos de aviación.

### Figura 39

*Documentación Técnica*



### Manual de mantenimiento de la aeronave

El Manual de Mantenimiento de Aeronaves (AMM) es un manual desarrollado por el fabricante que proporciona instrucciones técnicas detalladas de mantenimiento para un tipo específico de Aeronave. El ingeniero y/o técnico de mantenimiento de aeronaves se refieren al AMM pertinente de la aeronave antes de continuar con el mantenimiento de la aeronave y sus sistemas (AviationHunt, 2023).

El contenido del Manual de mantenimiento de aeronaves (AMM) es parte de las Instrucciones para el mantenimiento de la aeronavegabilidad (ICA) que el Titular del certificado de tipo debe proporcionar y mantener. Aquí, el titular del certificado de tipo puede ser Airbus, Boeing o cualquier otro fabricante de aeronaves (AviationHunt, 2023).

El AMM contiene las instrucciones para el mantenimiento a bordo necesario para garantizar la aeronavegabilidad continua de la aeronave. El AMM contiene información requerida para dar servicio, reparar, reemplazar, ajustar, inspeccionar y verificar equipos y sistemas en la aeronave. Estas tareas se realizan normalmente en la rampa o en el hangar de mantenimiento (AviationHunt, 2023).

El texto del AMM está en formato idioma inglés. Las ilustraciones estándar están en formato de metarchivo de gráficos por computadora (CGM). El manual de mantenimiento se mantiene actualizado por el Servicio de Revisión. Con cada revisión se proporciona una lista de páginas efectivas (LEP) (AviationHunt, 2023).

### **Manual de Catalogo Ilustrado de Partes**

El IPC se puede considerar como un documento de referencia auxiliar principal específico para el tipo de aeronave, publicado por los fabricantes, que describe en detalle completo, junto con ilustraciones y números de pieza, cada componente de la aeronave (AviationHunt, 2023).

El IPC es un suplemento esencial para los usuarios del Manual de mantenimiento de aeronaves (AMM), pero no tiene el estado aprobado equivalente y debe usarse solo como referencia de respaldo con el AMM como referencia autorizada en caso de diferencias. El IPC está diseñado para usarse en la identificación de partes e ilustrar las relaciones de ensamblaje, mientras que el AMM debe usarse para la extracción e instalación de partes de la aeronave (AviationHunt, 2023).

Muchos fabricantes ofrecen esta información digitalmente en un catálogo electrónico de piezas (EPC). Esto puede ser un software instalado localmente o una aplicación web alojada

centralmente. Por lo general, un EPC permite al usuario desmontar virtualmente el producto en sus componentes para identificar las piezas requeridas (AviationHunt, 2023).

- El IPC enumera, describe e ilustra ensamblajes y partes de la aeronave.
- Está diseñado para identificar piezas y para ilustrar relaciones de ensamblaje.
- El IPC es un documento complementario al Manual de mantenimiento de aeronaves (AMM) (AviationHunt, 2023).

El Catálogo ilustrado de piezas (IPC) incluye la ilustración y la identificación de las piezas de repuesto y los ensamblajes necesarios para el mantenimiento del modelo de aeronave especificado. Sin embargo, siempre se debe consultar el Manual de mantenimiento de aeronaves (AMM) para la extracción e instalación de piezas en la aeronave. El documento se divide en capítulos según los sistemas de la aeronave. Cada capítulo contiene figuras y tablas con una descripción (AviationHunt, 2023).

- Las tablas contienen el número de pieza, el nombre y la cantidad.
- El número de pieza es el número de identificación del componente (AviationHunt, 2023).

### **Boletines de servicio – SB**

Generalmente los fabricantes clasifican los Boletines de Servicio (SB) como de naturaleza mandatorio, urgente o general. Algunos fabricantes consideran todos los SB mandatorios dando la impresión de que son SB aprobados por la autoridad del país de fabricación y que su cumplimiento es requerido. Este no es el caso para que un SB sea requerido debe ser obligatorio (Secretaria de Seguridad Aérea, 2007).

Los boletines de servicio son proporcionados por los fabricantes para avisar al operador de condiciones o procedimientos que pueden o podrían o deberían ser mejorados o cambiados. Algunas de las condiciones o procedimientos en los SB's podrían incluir:

- Fisuras en la estructura

- Falla de componentes
- Cortos Eléctricos
- Procedimientos de Inspección
- Tiempos de Overhaul recomendados
- Inspecciones repetitivas (Secretaria de Seguridad Aérea, 2007).

Los Boletines de Servicio son frecuentemente utilizados para acciones correctivas y/o dar cumplimiento con recomendaciones del fabricante. En algunos casos, como se listan abajo, SB's son editados para seguridad del vuelo con ítems para los cuales un AD no ha sido editado, como son tiempos de inspección, partes inseguras y procedimientos de mantenimiento inapropiados. Los SB's pueden describir daños y procedimientos de reparación que exceden los requerimientos del Structural Repair Manual (SRM) (Secretaria de Seguridad Aérea, 2007).

### **Directivas de aeronavegabilidad – AD**

Comunicación o publicación escrita de carácter mandatorio, emanada de la autoridad aeronáutica colombiana o la del país de origen de algún producto aeronáutico, que establece un trabajo, acción, método o procedimiento para aplicar a dichos productos aeronáuticos en los cuales existe una condición de inseguridad, con el objeto de preservar su aeronavegabilidad respecto de ciertas aeronaves (Seguridad Aérea, 2010).

Las Directivas de Aeronavegabilidad se dividen en dos clases:

- Las de naturaleza prioritaria o urgente
- Las no prioritarias que requieren su cumplimiento en un periodo diferente a las urgentes.

### **Inspección de aeronaves**

Como parte de la responsabilidad inherente a la propiedad de las aeronaves exigida por la Administración Federal de Aviación (FAA), ningún operador/propietario de aeronaves está exento de las comprobaciones de mantenimiento de las mismas. El Título 14 del Código de

Regulaciones Federales (14 CFR) establece específicamente que «el propietario/operador de una aeronave civil es el principal responsable de mantener dicha aeronave en condiciones de aeronavegabilidad, incluido el cumplimiento de las Directivas de Aeronavegabilidad (AD) de la FAA». Las inspecciones de mantenimiento de las aeronaves implican una serie de actividades, como la inspección, la revisión, la reforma, la rectificación de defectos y la reparación, que ayudan a garantizar que el transporte aéreo sea lo más seguro posible (Safety Culture, 2022).

Las inspecciones de mantenimiento de las aeronaves son esenciales para los operadores aéreos:

Para evitar fallos mecánicos y garantizar la seguridad del vuelo. En la historia de la aviación, los fallos mecánicos representan casi una cuarta parte de las causas de los accidentes mortales; el resto se debe a sabotajes, condiciones meteorológicas y errores humanos. Las inspecciones de mantenimiento de las aeronaves ayudan a identificar los peligros en una fase temprana, y garantizan que sólo se utilicen las aeronaves más seguras para garantizar la seguridad de los pasajeros y la tripulación (Safety Culture, 2022).

Para preservar la vida útil de la aeronave y mantener un historial de rendimiento seguro. Las aeronaves están diseñadas para funcionar durante ciertos límites de ciclo, un factor determinante de la vida útil del fuselaje. Mediante las inspecciones periódicas de mantenimiento de las aeronaves, los propietarios pueden mantener los motores funcionando a su mejor nivel y garantizar que su diseño de seguridad se mantenga durante toda su vida útil (Safety Culture, 2022).

Para minimizar el tiempo de inactividad de los aviones. Cada segundo es valioso en las operaciones de los aviones. Al realizar un mantenimiento regular de los motores, las aeronaves pueden sufrir menos tiempos de inactividad y reparaciones importantes, lo que puede beneficiar a los operadores en su cuenta de resultados (Safety Culture, 2022).

Para mantener a raya los costes de reparación. Las reparaciones suelen ser más caras que las actividades de mantenimiento, por lo que seguir un programa de inspecciones

periódicas de la aeronave es beneficioso, ya que ahorra a los operadores costosas reparaciones (Safety Culture, 2022).

### **Inspecciones programadas**

Las inspecciones programadas de mantenimiento de las aeronaves comprenden actividades de mantenimiento preventivo realizadas de acuerdo con intervalos definidos, según lo exigido por el Reglamento Federal de Aviación (FAR). Los operadores suelen elaborar y personalizar listas de comprobación (o tarjetas de trabajo) para registrar las deficiencias descubiertas durante las inspecciones. En este tipo de control se incluyen cuatro tipos de inspecciones de aeronaves, que son las siguientes (Safety Culture, 2022).

- Inspección de 100 horas
- Inspección anual
- Inspección progresiva
- Controles previos al vuelo

### **Inspecciones no programadas**

Algunas inspecciones de mantenimiento de las aeronaves pueden ser repentinas e imprevistas, especialmente cuando se encuentran problemas durante la inspección previa al vuelo, progresiva, anual o de las 100 horas. Las inspecciones de mantenimiento no programadas de las aeronaves pueden ser de carácter correctivo y preventivo, ya que ponen en marcha las reparaciones inmediatas necesarias y, al mismo tiempo, ayudan a aplicar soluciones en previsión de posibles fallos. Sin embargo, es necesario realizar varias inspecciones una de ellas la que se menciona a continuación (Safety Culture, 2022).

### **Inspección visual**

Aproximadamente el 90% de las inspecciones de mantenimiento de las aeronaves son visuales, por lo que es vital que la inspección por boroscopio se realice de forma eficaz, eficiente y consistente (Safety Culture, 2022).

La inspección visual puede mejorarse observando la zona sospechosa con una luz brillante, una lupa y un espejo. Algunos defectos pueden ser tan obvios que no se necesitan más métodos de inspección. La ausencia de defectos visibles no significa necesariamente que no sea necesaria una inspección adicional. Algunos defectos pueden estar debajo de la superficie o ser tan pequeños que el ojo humano, incluso con la ayuda de una lupa, no puede detectarlos.

Documentar las comprobaciones de mantenimiento de las aeronaves con lápiz y papel puede llevar mucho tiempo, ya que requiere muchas horas para volver a introducir manualmente las observaciones y organizar los datos en un informe profesional. Dado que el 90% de las comprobaciones de mantenimiento de las aeronaves son visuales, es esencial que estas inspecciones se realicen con la mayor eficacia posible, lo que contribuirá a mejorar la productividad y a estandarizar los procesos a largo plazo (Safety Culture, 2022).

### **Inspección visual directa**

La inspección visual directa (DVI) es una técnica del método de prueba visual de las pruebas no destructivas.

### **Figura 40**

*Inspección visual directa*



*Nota:* Inspección visual indirecta. Tomada de <https://www.ingenierosespecialistas.com>

La prueba visual directa difiere de las técnicas indirectas, a veces llamadas prueba visual remota (RVI), porque el inspector directo está en presencia del objeto de prueba y tiene una vista directa de la superficie de prueba, incluso si mira a través de un dispositivo como una lupa o cámara (Guzmán P, 2015).

### **Inspección visual indirecta**

En el área de mantenimiento este tipo de inspección es muy utilizada con la ayuda de diferentes instrumentos como es la linterna, baroscopio y lupas dichos instrumentos ayuda a inspeccionar las diferentes partes de avión o motor una vez realizado este procedimiento identificamos el grado de daño que tenemos en caso de que existiera. Se utiliza en aquellos casos en que no se tiene ingreso directo a los recursos a analizar, o en aquellos recursos en los cuales, por su diseño, es bastante difícil ganar ingreso a sus cavidades internas (Villacis & Rodrigo, 2022).

### **Figura 41**

*Inspección Visual Indirecta*



*Nota:* Inspección visual indirecta. Tomada de <https://www.ingenierosespecialistas.com>

Esta clase de inspección es bastante usada en la industria para comprobar el estado interno de los motores recíprocos, las turbinas estacionarias, compresores, tuberías de calderas, intercambiadores de calor, soldaduras internas, tanques y válvulas entre otros (Villacis & Rodrigo, 2022).

### **Inspección de 400 horas de una aeronave Cessna Grand Caravand 208**

La inspección de 400 horas de una aeronave Cessna, también conocida como "inspección de servicio completo", implica un examen detallado y minucioso de cada componente, sistema, y pieza de la aeronave. La inspección se lleva a cabo por personal altamente capacitado y experimentado en técnicas de inspección y mantención de aeronaves (LUMIFORM, 2018).

La inspección de 400 horas es importante para garantizar la seguridad de la aeronave y de los ocupantes durante el vuelo. Durante la inspección, se realizan pruebas y revisiones exhaustivas de los siguientes sistemas y componentes:

#### **Tabla 2**

*Sistemas de la aeronave Cessna Gran Caravan 208*

<b>Sistemas aeronave Caravan</b>	
Estructura de la aeronave	Inspección 400 horas
Sistemas hidráulicos	Inspección 400 horas
Sistema de combustible	Inspección 400 horas
Sistema eléctrico	Inspección 400 horas
Grupo moto propulsor	Inspección 400 horas
Sistema de control y mandos de vuelo	Inspección 400 horas
Sistema de frenos	Inspección 400 horas

Además, se realiza la revisión y reemplazo de piezas y componentes según el plan de mantenimiento del fabricante. También se lleva a cabo una limpieza y lubricación de todos los

componentes, para prevenir la acumulación de suciedad y reducir el desgaste (LUMIFORM, 2018).

En resumen, la inspección de 400 horas es una parte crucial del mantenimiento de una aeronave Cessna, y debe ser realizada en un centro de mantenimiento autorizado para garantizar la seguridad y fiabilidad de la aeronave (LUMIFORM, 2018).

## Capítulo III

### Desarrollo del tema

#### Descripción general

En este capítulo se detalla paso a paso los procesos de la inspección de 400 horas de los alerones y levadores de la aeronave Cessna Gran Caravan 208, teniendo en cuenta siempre las recomendaciones de los diferentes manuales de la aeronave, tales como son el manual de mantenimiento y el catálogo ilustrado de partes. Se realizó la inspección de dos de los controles de vuelo primarios; los alerones y elevadores, estos componentes son de vital importancia para que la aeronave tenga control en el vuelo.

Los diferentes trabajos de la inspección de 400 horas de los alerones y levadores de la aeronave Cessna Gran Caravan 208, se efectuaron en la plataforma del aeropuerto “Mariscal La Mar” de la ciudad de Cuenca, ya que la aeronave Cessna Gran Caravan 208 pertenece a la empresa Cuencana Airlines. Debido a que la mayoría de los ítems de la inspección de 400 horas se debían realizar en la plataforma se procedió a obtener las credenciales para poder ingresar

Cabe recalcar que, para cumplir con un ítem de la inspección de 400 horas de los alerones y elevadores, involucra el uso de equipos de medición, tales como un digital protector y un tensiómetro, mismos que se implementaron ya que la empresa los alquilaba para anteriores inspecciones.

#### Preparación del área de trabajo

Como se mencionó anteriormente, la aeronave se encontraba en la plataforma, por tal razón se procedió asegurar la aeronave, acordonar el área de trabajo y equiparse con el equipo de protección personal.

**Figura 42**

*Inspección de la aeronave*



Luego se realizó la respectiva inspección de la aeronave, para saber en qué condiciones se encontraban, especialmente de los alerones y elevadores ya que en esos componentes se centrará la inspección de 400 horas. Dicha inspección visual resultó satisfactoria, como muestra la Figura 43.

**Figura 43**

*Documentación de inspección*



Básicamente la inspección de 400 horas de los alerones y elevadores de la aeronave Cessna Grand Caravan 208, es relativamente simple ya que abarca un free play de las

superficies y una lubricación de las mismas de acuerdo al programa de mantenimiento de la empresa CASMIV, como se puede observar en la Figura 44.

**Figura 44**

*Programa de Mantenimiento*

5-10-01 - TASK BASED INSPECTION TIME LIMITS

Revised	Task ID	Task Description	Frequency	Due Date	Other IDs
Revised Sep 1/14	B271003	Aileron System Functional Check Task 27-10-00-721	1600 Hours/24 Months	05-15-11	233 234 253 254 251 252 503 525 603 625
Revised Sep 1/14	C271001	Aileron Trim System Lubrication Task 27-10-02-640	400 Hours/12 Months	05-15-07	211 212 217 218 233 234 253 254 251 252 503 525 603 625
Revised Sep 1/14	C271003	Aileron Trim Tab Actuator (2660044-1) Lubrication Task 27-10-02-641	800 Hours/24 Months	05-15-10	551 571 651 671
Revised Sep 1/14	C271005	Aileron Trim Tab Actuator (2661615-1, 2661615- 9, or 2661615-10) Lubrication Task 27-10-02-642	1600 Hours/60 Months	05-15-12	551 571 651 671
Revised Sep 1/14	B271005	Aileron Trim Tab (Free Play) Functional Check Task 27-10-02-720	400 Hours/12 Months	05-15-07	551 571 651 671
Revised Sep 1/14	C272001	Rudder Bar Bearings and Rudder Pedals Lubrication Task 27-20-00-640	1600 Hours/24 Months	05-15-11	211 212 213 214
Revised Sep 1/14	B272001	Rudder System Functional Check (Standard Rudder Installation) Task 27-20-00-720	1600 Hours/24 Months	05-15-11	211 212 213 214 217 218 233 234 253 254 257 258 244 243 226 244

5-10-01 - TASK BASED INSPECTION TIME LIMITS

Revised	Task ID	Task Description	Frequency	Due Date	Other IDs
Revised Sep 1/14	C273001	Elevator Trim Tab Actuator (2660017-1) Lubrication Task 27-30-02-640	800 Hours/24 Months	05-15-10	311 312 320 373 374 375 376 371 372 375 376
Revised Sep 1/14	C273003	Elevator Trim Tab Actuator (2661215-1 and 2661215-9) Lubrication Task 27-30-02-641	1600 Hours/60 Months	05-15-12	371 372 375 376
Revised Sep 1/14	B273003	Elevator Trim Tab (Free Play) Functional Check Task 27-30-02-720	400 Hours/12 Months	05-15-07	371 372 375 376
Revised Sep 1/14	B273101	Stall Warning System Operational Check Task 27-31-00-710	200 Hours/12 Months	05-15-06	211 212 503
Revised Sep 1/14	A275001	Flap Actuator Mount Bracket Detailed Inspection Task 27-50-00-720	800 Hours/12 Months	05-15-09	231 232
Revised Sep 1/14	A275003	Flap Bellcrank Detailed Inspection Task 27-50-00-221	800 Hours/12 Months	05-15-09	251 252 511 611 525 625
Revised Sep 1/14	C275001	Flap Tracks and Rollers Lubrication Task 27-50-00-640	200 Hours/12 Months	05-15-06	525 527 625 627
Revised Sep 1/14	B275001	Flap System Functional Check Task 27-50-00-720	1600 Hours/24 Months	05-15-11	251 252 511 611 525 625
Revised Oct 1/18	B277001	Rudder Gust Lock Detailed Inspection (Airplanes 20600237 and On and Airplanes 20600382 and On) Task 27-70-01-221	1600 Hours/24 Months	05-15-11	330
Revised Sep 1/14	A281001	Fuel Filler Assembly Detailed Inspection Task 28-10-01-220	200 Hours/12 Months	05-15-06	521 621

Como muestra la figura anterior, para realizar la inspección de 400 horas de los alerones y levadores de la aeronave Cessna Grand Caravan 208, se debe hacerla de acuerdo al ATA 27-10-00 del Manual de Mantenimiento, a continuación, se detalla primeramente los pasos a realizar para la inspección de los alerones y luego se detallará la inspección de los elevadores.

### **Inspección de 400 horas de los alerones**

#### **Remoción de paneles**

Para efectuar una correcta inspección de los alerones, se debe seguir los pasos del Manual de Mantenimiento, el primer paso es la remoción de paneles. Los paneles que se removi6 fueron los que se detalla en el ATA 06. En este cap6tulo menciona que con un berbiqu6 se debe remover los paneles que se observan en la Figura 45.

#### **Figura 45**

*Paneles*



## Inspección y chequeo

Una vez removidos los paneles se debe efectuar una serie de inspecciones y chequeos, que se detalla a continuación:

- Examinar el movimiento de los cables de los alerones y los aileron tab para ver si están atascados y si tienen un movimiento completo.
- Examinar la piel de los alerones en busca de corrosión, grietas y remaches sueltos.
- Examinar la piel de los aileron tab en busca de corrosión, grietas y remaches sueltos.
- Examinar el control y el indicador de la aleta de trimado del alerón en busca de corrosión, estado y seguridad de la instalación.
- Examinar los paneles de balance para ver si están flojos y la estructura de soporte para ver si hay corrosión, grietas y sujetadores defectuosos.
- Examinar las bisagras de los alerones, los pernos de las bisagras, los rodamientos de las bisagras, la conexión de tierra, en busca de corrosión, grietas, signos de daños, desgaste, tornillos defectuosos.
- Examinar los cables de los alerones y del trim, para ver si están bien distribuidos, deshilachados o retorcidos.
- Asegúrese de que no haya interferencias con la estructura adyacente, equipos, cableado y otros controles.
- Mueva un paño a lo largo de toda la longitud de los cables para examinar si hay alambres rotos.
- Examinar los turnbuckles.
- Asegúrese de que los clips de bloqueo de los turnbuckles estén instalados correctamente.

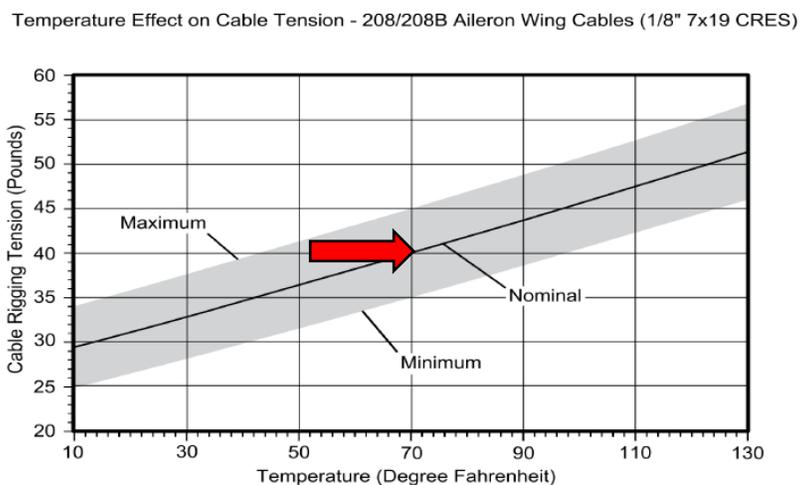
- Examinar las marcas de referencia de los herrajes para ver si hay indicios de deslizamiento del cable dentro del herraje.
- Examinar los fittings para detectar corrosión, distorsión, grietas y cables rotos en los accesorios.
- Examinar las poleas, los soportes de fijación y la protección de los pines, para comprobar su estado, desgaste, corrosión y seguridad.
- Girar las poleas para asegurarse de que hay libertad de movimiento y para asegurarse de que hay un desgaste uniforme de las
- poleas.
- Examinar los actuadores aileron trim tab en busca de corrosión, daños y seguridad.
- Examinar las estructuras de montaje del actuador de la aleta de trimado del alerón en busca de corrosión, daños, grietas y seguridad de la instalación.
- Examinar las varillas de empuje del actuador del aileron trim tab.
- Examinar el torque de los pernos de sujeción de las poleas y cuadrantes.

### **Inspección de recorrido – tensión de los cables**

Una vez realizadas las debidas inspecciones visuales y chequeos antes mencionados se procedió a **examinar el recorrido y las tensiones de los cables** de los alerones y de los tab de los alerones. Primeramente, se debe revisar la tensión del cable que cruza por el ala hacia el alerón y luego la tensión del cable que cruza por el fuselaje. Para ello se debe usar un Tensiómetro y comprobar la tensión de los cables de acuerdo a la siguiente relación.

## Figura 46

### Tensión de los cables



Como muestra la relación de la Figura 46, se debe tener en cuenta que se debe medir la tensión del cable (1/8"), de acuerdo a la temperatura ambiente (70° F – 21°C), la tensión debe ser de 40 libras, esto se puede observar en la Figura 47.

## Figura 47

### Comprobación de la tensión



Una vez revisada la tensión de los cables, se procedió a poner la cabrilla en posición neutral utilizando un seguro el mismo que se debe instalar en la columna de la cabrilla como muestra la Figura 48.

### Figura 48

*Cabrilla en posición neutral*



Una vez asegurada la cabrilla en posición neutral, se procedió a instalar el digital protector, esta es una herramienta que nos permite comprobar los grados que se mueven los alerones. Ya instalado la herramienta se movió la cabrilla a la derecha y a la izquierda completamente y se verificó los siguientes parámetros, dando como satisfactorio el chequeo como muestra en la Figura 48.

### Tabla 3

*Grados de los movimientos de los alerones*

Grados de movimiento de alerones		
	Aleron izquierdo	Aleron derecho
Cabrilla a la derecha	25° +4°	25° +4°
Cabrilla a la izquierda	16° +1°	16° +1°

*Nota.* Esta tabla muestra los grados de movimiento de los alerones.

**Figura 49***Grados del Alerón*

Luego se comprobó los grados de los aileron trim tab de los dos alerones, de igual manera se detalla en la Tabla 4, los parámetros admisibles, dando como resultado el chequeo satisfactorio.

**Tabla 4***Grados de los movimientos de los aileron trim tab*

<b>Grados de movimiento de aileron trim tab</b>		
	Aileron trim tab derecho	Aileron trim tab izquierdo
Up position	15° +2° / -2°	15° +2° / -2°
Down position	15° +2° / -2°	15° +2° / -2°

*Nota.* Esta tabla muestra los grados de movimiento de los aileron trim tab.

### **Inspección de 400 horas de los elevadores**

El elevador se controla mediante un soporte de columna de control que está unido a una varilla de empuje y unido a un bellcrank. Los brazos izquierdo y derecho del bellcrank están equipados con eslabones unidos a cables. Los cables izquierdo y derecho se conducen por debajo de la plataforma hasta los tensores del cono de cola. Un segundo conjunto de cables, conectados a los tensores, se dirigen a un bellcrank en el tailcone. Una varilla de

empuje una el bellcrank a un tubo de torsión del elevador. El resto del sistema se compone de poleas, cables, soportes y accesorios de fijación.

### **Remoción de paneles**

Para efectuar una correcta inspección de los elevadores, se debe seguir los pasos del Manual de Mantenimiento, el primer paso es la remoción de paneles. Los paneles que se removi6 fueron los que se detalla en el ATA 06. En este capitulo menciona que se debe levantar la alfombra del piso de la aeronave y remover paneles de acceso como se puede observar en la Figura 50.

### **Figura 50**

*Remoción de los paneles*



### **Inspección por boroscopia de los del tubo de torque de los elevadores**

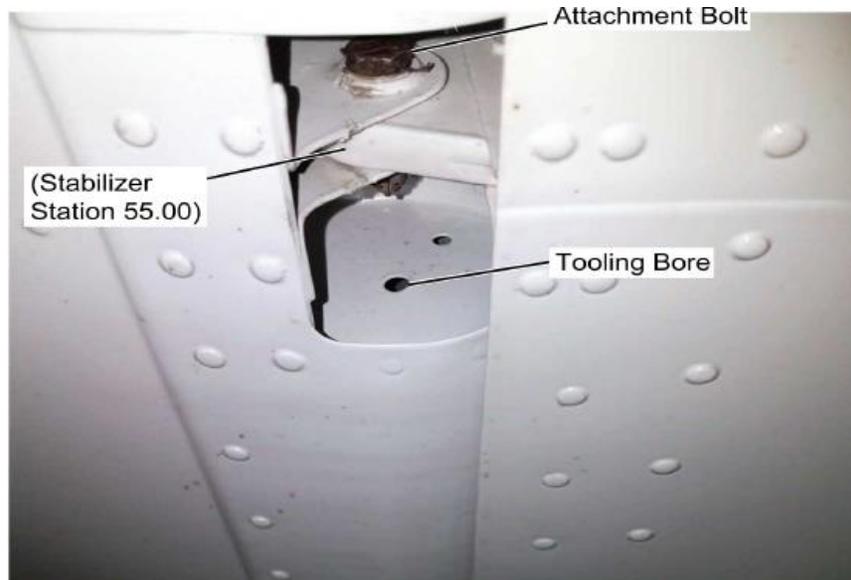
Para realizar esta inspección se accedió al punto de articulación central del elevador derecho, luego se examinó el tubo de torque en busca de un juego libre, colocando el elevador izquierdo en la posición abajo completamente y luego se sujetó firmemente el elevador derecho

y se verificó que no exista un juego libre hacia arriba y hacia abajo. de igual manera se realizó este procedimiento en el elevador derecho.

Se procedió a realizar una inspección con el boroscopio, ingresando la sonda por el tooling bore, llegando a la parte interna de los pernos de sujeción de los elevadores izquierdo y derecho, especialmente el manual indicaba que se revise una serie de remaches si estaban flojos, pero la inspección resultó satisfactoria como muestra la Figura 51.

### **Figura 51**

*Inspección por baroscopio*



### **Reglaje de los elevadores**

Para realizar el reglaje de los cables de los elevadores, se debe poner las ruedas de control de los elevadores en posición neutral. Luego se debe verificar poniendo el digital protector y debe dar una lectura de cero grados.

**Figura 52***Ruedas de control de los alerones*

Luego se debe asegurar que los cables que llevan el movimiento de la cabrilla hacia el actuador de los elevadores estén bien instalados a lo largo de todo el fuselaje y el movimiento de los mismos no se vea afectado por algún componente o mecanismo de la aeronave.

Además, se debe verificar si los seguros de los turnbuckle estén instalados correctamente.

**Chequeo de la tensión de los cables de los actuadores de los elevadores**

Se debe verificar que el actuador de cabeceo está bien fijo, luego se procedió a instalar un tensiómetro sobre el cable del actuador del elevador, y la tensión del cable debe ser de 10 - 15 libras (44,45 - 66.72 N). Dando como resultado satisfactorio. Por último, se instaló todos los paneles de acceso y se retornó la aeronave a sus operaciones normales.

## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- La recopilación y uso de la información pertinente, necesaria y técnica sobre el funcionamiento de los controles de vuelo primarios de la aeronave Cessna Grand Caravan 208, garantizó que se realice la inspección de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- La implementación de un tensiómetro y un digital protactor, conllevó a que la inspección de 400 horas de los alerones y elevadores se realice de manera satisfactoria al comprobar que los parámetros estén dentro de los límites permitidos.
- Se ejecutó la inspección de 400 horas de los alerones y elevadores de acuerdo al manual de mantenimiento ATA 27-20-00 / 27-10-00, en condición satisfactoria.
- Se garantizó que los componentes a los cuales se realizó la inspección operen de manera adecuada, mediante pruebas operacionales de los sistemas de controles de vuelo.

**Recomendaciones**

- Al recopilar la información técnica adecuada, tener en cuenta la vigencia de los manuales y las diferentes actualizaciones.
- Poseer de las herramientas, equipos y personal técnico certificado quien supervise las tareas de mantenimiento.
- Establecer un programa de mantenimiento de los equipos que se utilizan en cada inspección, de tal manera que en este programa se lleve a cabo una calibración anual, para que los parámetros sean correctos.

## Glosario

**Aeronave:** Se define como aeronave a cualquier máquina capaz de volar en la atmósfera mediante reacciones del aire, distintas a sus reacciones en contra del mismo. Estas máquinas están equipadas con sistemas de propulsión que les permiten generar la sustentación necesaria para elevarse y mantenerse en el aire.

**Alerones:** Los alerones son superficies móviles que se encuentran en los extremos de las alas de una aeronave. El principal objetivo de los alerones es permitir al piloto controlar el roll o balanceo (movimiento lateral) de la aeronave. Los alerones se utilizan principalmente durante las fases de despegue y aterrizaje, así como durante los giros y las maniobras en vuelo.

**Calibración:** Es el proceso de ajustar y verificar la precisión de los instrumentos, equipos y sistemas utilizados en la industria aeronáutica. El proceso de calibración implica comparar la lectura de un instrumento con un estándar de referencia conocido y ajustar el instrumento según sea necesario para que coincida con el estándar.

**CASMIV:** Hace referencia a la empresa "Servicios Aéreos, Carga y Logística CASMIV Cia.Ltda" o "Cuencana Airlines". Es una empresa ecuatoriana con sede en Cuenca que opera en la industria de servicios aéreos, carga y logística.

**Chequeo operacional:** Se refiere a los procedimientos que deben ser realizados antes de la operación de una aeronave, con el fin de asegurar que el equipo y sistemas están en condiciones de ser operados de manera segura y que la tripulación esté debidamente preparada para el vuelo. Estos procedimientos incluyen la verificación de los sistemas de la aeronave, el cálculo del peso y balance, la planificación de la ruta de vuelo, y la revisión de la información meteorológica y aeronáutica pertinente.

**Elevadores:** Son superficies de control que se ubican en la parte posterior del estabilizador horizontal. Son responsables de controlar la actitud o inclinación del avión en el eje longitudinal, permitiendo que la aeronave suba o baje en el aire.

**Inspección:** Es un proceso de supervisión y verificación de las condiciones de las aeronaves, aeropuertos y personal, para asegurarse de que se cumplan los estándares exigidos por la autoridad aeronáutica en cuanto a seguridad operacional, entre otros aspectos. La inspección también incluye la evaluación del cumplimiento de los planes de seguridad de la aviación, así como la detección de fallas o deficiencias en los diferentes elementos y sistemas de la aeronave.

**Mantenimiento:** Se define el mantenimiento como el proceso de retener o devolver a una aeronave a un estado en el que puede realizar las funciones para las que se fabricó. El mantenimiento incluye las inspecciones, reparaciones, modificaciones y la revisión general de la aeronave.

**Manual de mantenimiento:** Se refiere a un documento obligatorio que contiene información detallada sobre cómo realizar el mantenimiento y la reparación de una aeronave. Este manual incluye los procedimientos, técnicas y estándares necesarios para garantizar que una aeronave esté en condiciones seguras y óptimas para el vuelo.

**Tensiómetro:** Es un dispositivo utilizado para medir la tensión en los cables de control/mando de las aeronaves. Además, existen diferentes tipos de tensiómetros, tanto analógicos como digitales, y se utilizan tanto para cables de acero trenzado como para otros tipos de cables.

## Bibliografía

- AVIATION GROUP. (n.d.). *Mantenimiento de aeronaves, clave para la seguridad en los vuelos* - Aviation Group. Retrieved June 11, 2023, from <https://www.aviationgroup.es/actualidad/mantenimiento-de-aeronaves-clave-para-la-seguridad-en-los-vuelos/>
- AviationHunt. (2023). *How to use Aircraft Maintenance Manual*. <https://www.aviationhunt.com/aircraft-maintenance-manual/>
- Cessna. (n.d.). *Grand Caravan Ex*. Retrieved June 11, 2023, from <https://cessna.txtav.com/es-419/turboprop/grand-caravan-ex#overview>
- EcuRed. (n.d.). *Cessna - EcuRed*. Retrieved June 11, 2023, from <https://www.ecured.cu/Cessna>
- Guzmán P. (2015). *ÁNGULO DE VISIÓN EN LA INSPECCIÓN VISUAL DIRECTA | Ingenieros Especialistas*. <https://www.ingenierosespecialistas.com/2015/10/angulo-de-vision-en-la-inspeccion.html?m=1&view=classic>
- ITAérea. (n.d.). *Mantenimiento Aeronáutico ¿Qué es? Tipos, Cursos de Formación* <1. Retrieved June 11, 2023, from <https://www.itaerea.es/mantenimiento-aeronautico>
- Larenas, N. (2022). *Cuencana Airlines, taxi aéreo con base en Cuenca» Nicolás Larenas*. <https://www.nlarenas.com/2022/02/cuencana-airlines-taxi-aereo-con-base-en-cuenca/>
- LUMIFORM. (2018). *Aircraft Annual Inspection Checklist*. <https://lumiformapp.com/resources-checklists/aircraft-annual-inspection-checklist>
- Mendieta C. (2022). *Dan permiso para empresa de taxi aéreo para Cuenca - Diario El Mercurio*. <https://elmercurio.com.ec/2022/03/11/dan-permiso-para-empresa-de-taxi-aereo-para-cuenca/>
- Ocaña E. (2021). *MOTOR DE AVIÓN CESSNA GRAND CARAVAN*. *Que es mantenimiento - Mantenimiento*. (n.d.). Retrieved June 11, 2023, from <https://mantenimiento.win/>

Safety Culture. (2022). *Mantenimiento de Aeronaves | SafetyCulture*.

<https://safetyculture.com/es/listas-de-verificacion/mantenimiento-de-aeronaves/>

Secretaria de Seguridad Aérea. (2007). *CAPITULO XXX EVALUACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN DE OPERADORES NO REGULARES QUE OPERAN AERONAVES DE 9 SILLAS O MENOS SECCION 1: ANTECEDENTES*.

Seguridad Aérea. (2010). *CIRCULAR INFORMATIVA DIRECTIVAS DE AERONAVEGABILIDAD*.

The Mind Aviation Training. (n.d.). *CESSNA 208/208B-FORMACIÓN DE FAMILIARIZACIÓN CON EL MANTENIMIENTO DE CARAVANAS*. [www.DeepL.com/pro](http://www.DeepL.com/pro).

Villacis, P., & Rodrigo, J. (2022). *Inspección visual del cableado eléctrico del motor Volksplane de acuerdo a la información técnica vigente, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*.

Westreicher G. (2020). *Mantenimiento - Qué es, definición y concepto | 2023 | Economipedia*.  
<https://economipedia.com/definiciones/mantenimiento.html>

## **Anexos**