



UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE REPARACIONES METÁLICAS CON EL
USO DE SUELDA TIG APLICADA A LA SECCIÓN DEL MOTOR
CONTINENTAL O200-A DE LA AERONAVE CESSNA 150**

AUTOR: PERUGACHI DÍAZ, SANTIAGO DAVID

DIRECTOR: TLGO. GRANDA GUALPA, EDISON MAURICIO

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“IMPLEMENTACIÓN DE REPARACIONES METÁLICAS CON EL USO DE SUELDA TIG APLICADA A LA SECCIÓN DEL MOTOR CONTINENTAL O200-ADE LA AERONAVE CESSNA 150”**, fue realizado por el señor **PERUGACHI DÍAZ, SANTIAGO DAVID**, el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 10 de febrero del 2020

Tlgo. Granda Gualpa, Edison Mauricio

C.C.: 0502736648



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **PERUGACHI DÍAZ, SANTIAGO DAVID**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DE REPARACIONES METÁLICAS CON EL USO DE SUELDA TIG APLICADA A LA SECCION DEL MOTOR CONTINENTAL O200-ADE LA AERONAVE CESSNA 150”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 10 de febrero del 2020

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Santiago David Perugachi Díaz', is written over a faint, light blue circular stamp. The stamp contains some illegible text and a date, possibly '2020-02-10'.

PERUGACHI DÍAZ, SANTIAGO DAVID

C.C.:1719505347



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

AUTORIZACIÓN

*Yo, **PERUGACHI DÍAZ, SANTIAGO DAVID** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: “**IMPLEMENTACIÓN DE REPARACIONES METÁLICAS CON EL USO DE SUELDA TIG APLICADA A LA SECCIÓN DEL MOTOR CONTINENTAL O200-A DE LA AERONAVE CESSNA 150**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.*

Latacunga, 10 de febrero del 2020



PERUGACHI DÍAZ, SANTIAGO DAVID

C.C.:1719505347

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado al dios por darme sabiduría y salud para seguir adelante por terminar este trabajo.

A mi madre por su sabiduría y apoyo incondicional en los momentos más duros y darme esa tranquilidad para levantarme el ánimo y su apoyo para seguir adelante.

A mi esposa por el apoyo que me ha brindada la confianza de seguir adelante en mi desarrollo profesional.

Este trabajo dedicado a todos que siempre me supieron apoyar y nunca perdieron la fe, y siempre me dieron ánimos de seguir adelante para alcanzar esta meta que ha sido muy importante para mí.

PERUGACHI DÍAZ SANTIAGO DAVID

AGRADECIMIENTOS

Es trabajo lo agradezco a dios por darme sabiduría para seguir adelante y tener siempre la fuerza de carácter para no caer en el mal y me supo llevar por el bien.

A la Unidad de Gestión de Tecnologías por tener las puertas abiertas a excelentes carreras de aviación.

A mis profesores, el cual me brindaran sus conocimientos en las aulas de clases que con su sabiduría supieron guiarme para alcanzar esta meta.

A mi tutor Tlgo. Edison Granda por la ayuda incondicional que me supo brindar en cada momento de realizar este trabajo.

A todos mis compañeros y compañeras que estuvieron en este momento dándome ánimos para concluir esta etapa de mi vida.

Especialmente a mi familia que ha sido el pilar para seguir adelante ya que me vieron caer y me levantaron con cada una de las palabras de ánimo para seguir adelante sin ellos no sería posible terminar una etapa más de mi vida los quiero mucho

PERUGACHI DÍAZ SANTIGO DAVID

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR	i
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	ii
AUTORIZACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Planteamiento del problema	3
1.3	Justificación e importancia	4
1.4	Objetivos	5
1.4.1	Objetivo general.....	5
1.4.2	Objetivos específicos	5
1.5	Alcance.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Reparaciones típicas aplicadas en las aeronaves	7
2.1.1	Reparación mayor	8
2.1.2	Reparación menor	8

2.2	Clasificación general de daños.....	9
2.2.1	Daños permisibles.....	9
2.2.2	Daños reparables.....	9
2.2.3	Reemplazo de piezas dañadas.....	9
2.3	Documentación sobre reparaciones aplicadas a las aeronaves.....	10
2.3.1	El manual de reparaciones estructurales (SRM).....	10
2.3.2	Numeración estándar de la asociación de transporte aéreo (ATA100).....	13
2.4	Clasificación de las estructuras.....	15
2.4.1	Categoría A.....	15
2.4.2	Categoría B.....	16
2.4.3	Categoría C.....	16
2.5	Tipo de reparaciones estructurales.....	16
2.5.1.	Reparación permanente.....	16
2.5.2.	Reparación provisional o interino.....	17
2.5.3.	La reparación de duración limitada.....	17
2.6	Herramientas usadas para una reparación estructural.....	18
2.6.1.	Herramientas de impacto o golpe.....	18
2.6.2.	Herramientas de giro.....	19
2.6.3.	Llave allen.....	19
2.6.4.	Rache o trinquete.....	20
2.6.5.	Pinzas.....	20
2.6.6.	Herramientas de corte.....	21
2.6.7.	Destornilladores.....	22
2.6.8.	Herramientas técnicas de medición.....	22
2.6.9.	Herramientas para estructuras y láminas.....	23
2.6.10	Alicate para sujetar clecos.....	24
2.6.11	Remachadora neumática.....	24
2.6.12	Esmeriladoras neumáticas rectas.....	25
2.6.13	Cortadora de lámina.....	26
2.7	Herramientas especiales para una reparación estructurales.....	26

2.7.1.	Calibrador pie de rey o caliper	26
2.7.2.	Escariador o machuelos.....	27
2.7.3.	Brocas.....	28
2.7.4.	Lijas para metal.....	28
2.7.5.	Soldadora con arco eléctrico	29
2.7.6.	Soldadura de electrodo consumido protegido (MIG/MAG)	31
2.7.7.	Soldadora de tungsteno(TIG)	33
a.	Ventajas	34
b.	Limitaciones	35
2.7.8.	Partes de la soldadura de tungsteno(TIG)	36
a.	Generador de corriente	36
b.	Soplete porta electrodos de tungsteno con haz de cables.....	36
c.	Varilla de material de aporte.....	36
d.	Bombona de gas con circuito de presión.....	37
e.	Pinza con cable de masa	37
f.	Grupo de enfriamiento	37
2.7.9.	Como realizar de un arco de suelda con el método de soldadura de tungsteno (TIG)	38
a.	Distancia	39
b.	Ángulo.....	39
c.	Caudal de gas	39
d.	Material de aporte	39
e.	Afilado del electrodo.....	40
f.	Intensidad de corriente.....	40
g.	Limpieza.....	41
2.8	Verificación de dureza de los materiales	41
2.9	Tipo de inspecciones que se realizar a las reparaciones metálicas	42
2.9.1	Pruebas por líquidos penetrantes	43
2.9.3	Pruebas no destructivas volumétricas	44

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE TEMA

3.1 Preliminares.....	46
3.2 Operacional	46
3.3 Indumentaria de seguridad usada para soldar	47
3.4 Equipos para inspeccionar daños.....	48
3.5 Procedimiento de inspección de 100 horas en el ducto de escape del motor.....	48
3.6 Evaluación de daños	49
3.7 Tabla de inspección de 100 horas del sistema de escape del motor continental O-200-A	51
3.8 Desarrollo de la inspección de 100 horas del sistema de escape del motor continental	52
3.9 Procedimiento pararealizar una reparación metálica usando la suelda de tungsteno (TIG) ..	54
3.10 Presupuesto.....	59
3.11 Análisis de costos	59
3.12 Costos primarios	60
3.13 Costos secundarios.....	60
3.14 Costos primarios	60
3.15 Costos secundarios.....	61
3.16 Costo total del proyecto de grado	62

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones	63
4.5 Recomendaciones	63

GLOSARIO	65
-----------------------	-----------

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
--	-----------

ANEXOS.....	67
--------------------	-----------

ANEXO 1: Entrevista personal

ANEXO 2: Flujograma de tareas

ANEXO 3: Estándar practice

ANEXO 4: Método de reparaciones AC.43-1B

AXEXO 5: Formato 337

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Amperaje para realizar una soldadura</i>	40
Tabla 2 <i>Nomenclatura de NDT</i>	43
Tabla 3 <i>Nomenclatura de NDT</i>	45
Tabla 4 <i>Inspecciones</i>	51
Tabla 5 <i>Clasificación de materiales</i>	56
Tabla 6 <i>Costos primarios</i>	60
Tabla 7 <i>Costos secundarios</i>	61
Tabla 8 <i>Costos totales de proyecto</i>	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Inspecciones de Daños.....	10
Figura 2.	Manuales de Aviación	12
Figura 3.	ATA 100	14
Figura 4.	Partes Estructurales del Avión	17
Figura 5.	Martillos.....	18
Figura 6.	Llaves.....	19
Figura 7.	Llave Allen.....	19
Figura 8.	Palanca Rache	20
Figura 9.	Clases de Pinzas	21
Figura 10.	Cierra	21
Figura 11.	Tipos de Puntas	22
Figura 12.	Regla.....	23
Figura 13.	Partes del Cleco	23
Figura 14.	Pinza de Clecos	24
Figura 15.	Tipo de Remachadora Neumática	25
Figura 16.	Esmeril	25
Figura 17.	Cortadora de Láminas.....	26
Figura 18.	Caliper o Pie de Rey	27
Figura 19.	Escariador o Machuelos.....	27
Figura 20.	Brocas	28
Figura 21.	Lija metálica.....	29
Figura 22.	Soldadora Arco Eléctrico.....	30
Figura 23.	Soldadora MIG.....	32
Figura 24.	Corrientes Eléctricas.....	33
Figura 25.	Influencia del Afilado del Electrodo.....	34
Figura 26.	Soldadora de Tungsteno.....	35
Figura 27.	Elementos Soldadora de Tungsteno	38
Figura 28.	Informe de Dureza	42
Figura 29.	Métodos de NDT	44
Figura 30.	Comprobaciones	45
Figura 31.	EPP	47
Figura 32.	Remoción de Nacelles	52
Figura 33.	Limpieza del Sistema de Escape	52
Figura 34.	Sistema de Escape	53
Figura 35.	Daños	53

Figura 36. Sistema de Escape	54
Figura 37. Daño Encontrado	54
Figura 38. Re Trabajo	55
Figura 39. AC. 43-1B	55
Figura 40. Tipos de Electrodo de Tungsteno	57
Figura 41. Cordón de Suelta	58
Figura 42. Cierre de Accesos	59

RESUMÉN

En la conservación del motor Continental 0-200-A de las aeronave Cessna 150 se debe someter a inspecciones directas las cuales se realizan por todas sus secciones tanto en la estructura, sistemas y motores en lo cual se da la habilidad de identificar de una manera clara y veraz todos los daños que se producen en esta área debido a la explosión de varios cambios térmicos los cuales desembocan en la formación de daños físicos en las diferentes lugares del sistema de escape del motor esta aeronave perteneciente a la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías (ESPE), para esta inspección se tiene que apoyar del Manual de Practicas Estándar del motor continental en la sección de inspección nos indica que se tiene que ejecutar cada 100 horas estas inspecciones las cuales se encuentra información en las circulares de aeronavegabilidad AC43-1b el cual indica los procedimientos de reparaciones con el método de soldadura de tungsteno (TIG) su ejecución de los daños que se producen en sistema de escape del motor. La soldadura de tungsteno (TIG) es una herramienta de vanguardia el cual tiene como partes importantes antorcha que aloja el electrodo de tungsteno y hace su trabajo con el gas de argón el cual no produce alta contaminación y ayuda a realizar la unión de materia de una madera adecuada. El cual tiene como propósito dar el conocimiento y habilidades a los estudiantes de la UGT para enfrentar la competencia profesional con grandes estándares de conocimientos ya que ahora la competencia profesional es demasíadamente alta. Ya que en este trabajo se ejecutaron tareas básicas de mantenimiento en la plataforma de aviones de la UGT para aplicar la inspecciones, identificaciones de daños que se producen en el sistema de escape del motor continental O-200, limpieza de materiales de aviación y herramientas, el procedimiento de soldadura de tungsteno (TIG) en el ducto de escape del motor, y retirar las cubiertas o carenados de los mismos, ejecutando los procedimientos de seguridad necesarios para no afectar la integridad de la aeronave.

PALABRAS CLAVE:

- **AERONAVEGABILIDAD**
- **SOLDADURA**
- **AERONAVE**

ABSTRACT

The present research is to carry out a direct inspection of the exhaust section to determine the condition of its internal elements, and to find any physical damage to the different parts of the exhaust system of the CONTINENTAL O-200-A engine of the Cessna 150 aircraft belonging to the Aeronautical Mechanics Career of the Unidad de Gestión de Tecnologías (ESPE),, according to the Standard Practice Manual of the continental engine in the inspection section which is executed every 100 hours and the circular of airworthiness AC43-1b which indicates and gives procedures of repairs with the method of tungsten welding (TIG) that is executed in the damage produced in the exhaust system of the continental engine O-200-A. Tungsten welding (TIG) is a cutting edge tool which has as important parts the torch that houses the tungsten electrode and does its work with argon gas which does not produce high contamination and helps to make the union of a suitable wood material. The purpose of this project is to give the knowledge and skills to the students of the UGT to face the professional competition with great knowledge standards that now. In this work, basic maintenance tasks were carried out on the UGT aircraft platform to implement inspections, identification of damage occurring to the exhaust system of the O-200-A continental engine, cleaning of aviation materials and tools, the procedure for tungsten welding (TIG) in the engine exhaust duct, and removal of covers or fairings from them, executing the necessary safety procedures so as not to affect the integrity of the aircraft.

KEYWORDS:

- **AIRWORTHINESS**
- **WELDING**
- **AIRCRAFT**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

“La Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT) es la única institución de educación superior del país que forma profesionales en ámbito tecnológico aeronáutico, otorgando títulos académicos a nivel técnico superior en las carreras: Mecánica Aeronáutica mención Motores y Aviones, Telemática, Electrónica mención Instrumentación y Aviónica, Logística y Transporte y, Ciencias de la Seguridad Aérea y Terrestre. A partir del 4 de junio de 1954, la Fuerza Aérea Ecuatoriana a través de la escuela de especialidades en su comienzo, Escuela Técnica Aeronáutica después Escuela Técnica de la Fuerza Aérea posteriormente, ha venido cumpliendo con la noble tarea de formar, capacitar y profesionalizar al personal de aerotécnicos en las diferentes especialidades de la aviación militar.

El 8 de noviembre de 1999, mediante acuerdo N° 3237, documento que es publicado en la OGFAE N° 032 del 15 de Noviembre de 1999; en el Ministerio de Educación Pública Cultura y Deportes, la Escuela Técnica de la Fuerza Aérea, (ETFa) se transforma en Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) con registro N° 05-003 en el CONESUP, constituyéndose de esta manera en un Centro académico de instrucción superior, regido por las Leyes y Reglamentos correspondientes, abriendo sus puertas a la población estudiantil civil a quienes oferta profesiones técnicas en el campo aeronáutico civil. Con fecha 13 de enero de 2014, el Honorable Concejo

universitario provisional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, aprueba la creación de la UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS, consolidando así a la integración del ITSA a la UFFAA-ESPE.”

En la actualidad, la UGT ha incrementado su prestigio entre las universidades del país, y al ser la única institución de educación superior que da formación sobre aeronáutica en el Ecuador, está obligada a mejorar su nivel de enseñanza y brindar una instrucción, que permita a sus alumnos, adquirir al máximo los conocimientos que necesitan, para desempeñarse luego en su campo laboral. Dentro de las carreras que oferta el UGT se encuentra la de Mecánica Aeronáutica, con sus dos menciones, en Motores y Estructuras, para las cuales no existe un adecuado material didáctico, que facilite e incremente el aprendizaje de los alumnos. El UGT al no contar con el material didáctico necesario, para una correcta instrucción práctica de los alumnos, ha producido, que cuando los estudiantes salen del establecimiento, no poseen el conocimiento suficiente para desenvolverse correctamente en el campo laboral, se hace necesario implementar un correcto equipo didáctico para mejorar la preparación de los estudiantes, y familiarizarlos más con el aviación moderna y sus componentes.

Si la educación que ofrece el UGT no promete un correcto adiestramiento educativo, se podría llegar a tener un desprestigio, que puede dañar significativamente a la UGT, llegando a causar una desvalorización en el reputación que se ha obtenido durante los últimos años, y esto puede perjudicar tanto a los alumnos actuales y egresados como al personal docente y administrativo. Para evitar esto, se plantea implementar las reparaciones estructurales con el método de soldadura tungsteno (TIG), el cual ayudara al aprendizaje teórico-práctico del alumnado y facilitar la enseñanza de los docentes, al tener este método implementado en los talleres.

Debido a las reparaciones metálicas se pueden realizar en diferentes zonas de las aeronaves como en partes móviles o fijas las cuales sufren fatiga de material produciéndose una falla como rajaduras o rupturas, en el motor continental la parte o superficie que tiene más daños o está expuesta a fatiga térmica es el ducto de salida de gases el cual puede ser reparado con una soldadura de tungsteno. La cual constituye a realizar un e trabajo para incrementar la vida útil de una parte afectada bajo las especificaciones de un manual de reparaciones (SRM) o directivas de aeronavegabilidad (AD) obteniendo la habilidad, destreza y el conocimiento específico para desarrollar dichas reparaciones.(TECNÓLOGIAS, 2007)

1.2 Planteamiento del problema

Engloba la decadencia de conocimientos del uso de un método de reparación debidamente importante para mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves. La cual se poder implementar las reparaciones metálicas con el uso de la soldadura (TIG) la cual faciliten el desarrollo de prácticas y asimilación a los estudiantes de la carrera de Mecánica Motores.

Dando origen a:

- Que las reparaciones metálicas usando una soldadura tungsteno (TIG) son de máximo interés para la aeronavegabilidad de la aeronave.
- Desconocimiento de reparaciones metálicas referentes a un método específico.
- Dificultad para la inserción laboral por no tener asimilación o conocimiento de reparaciones metálicas.

Que de no solucionarse lo expuesto, las habilidades y destrezas serán mínimas impidiendo la aplicación práctica de los conocimientos, y la UGT tendrá falencia de adiestramiento a personal técnico competente.

Por lo expuesto es necesario implementar las reparaciones metálicas con el uso de suelda de tungsteno (TIG) aplicada a la sección del motor continental O200-A de la aeronave CESSNA 150 lo cual ayudara a un desarrollo práctico claro y todos conocimientos fundamentales para un desempeño laboral.

1.3 Justificación e importancia

La Unidad de Gestión de Tecnologías con el afán de cumplir con su misión y visión se ha visto en la necesidad de ponerse a la par de universidades internacionales para lo cual necesita implementar su nivel académico lo que implica poseer mejores materiales didácticos, recurso técnicos e infraestructura. En la actualidad la Unidad de gestión de Tecnologías posee talleres bastante equipados, un buen material didáctico pero la urgente necesidad de poseer una soldadura de tungsteno (TIG) para realizar reparaciones metálicas la cual será aplicada al motor continental O200-A de la aeronave CESSNA 150, el cual es una fuente de instrucción básica en cualquier institución educativa que forme profesionales en campo aeronáutico, se evidencia en la institución.

La Unidad de Gestión de Tecnologías forma tecnólogos en Mecánica en Motores y Aviones, Electrónica, Logística, Seguridad Aérea y Terrestre los cuales serían los mayores beneficios de

contar con una herramienta que permite incrementar y afianzar sus conocimientos aeronáuticos. De ahí la importancia de que la UGT cuente con una soldadora TIG operativa que le permita formar mejores tecnólogos e incrementar su nivel educativo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Implementación de reparaciones metálicas a la sección del motor continental O200-A de la aeronave Cessna 150, mediante la utilización de manuales de reparaciones(SRM), para que el estudiante aplique los procesos técnicos de restauración.

1.4.2 Objetivos específicos

- Indagar la información técnica de los manuales correspondientes a reparaciones metálicas con el método de soldadura de tungsteno (TIG).
- Determinar los equipos y herramientas necesarias para realizar reparaciones metálicas con el uso de suelda de tungsteno (TIG).
- Realizar un programa de mantenimiento programado para reparaciones metálicas con el uso de la suelda de tungsteno (TIG) y para evitar el deterioro de la sección de escape del motor continental O-200-A.
- Efectuar ensayos de reparaciones metálicas y desarrollo de procesos técnicos de restauración.

1.5 Alcance

Se realizará una investigación sobre la situación actual de la UGT, en lo referente a sus laboratorios y talleres de motores y avión en general, en donde se deberían encontrar el material didáctico necesario, herramientas básicas y especiales lo cual fomenta la habilidad destrezas en todas las áreas de funcionamiento y reparaciones de la aeronave con lo cual se recopilara información de docentes y autoridades del instituto para tener un panorama claro de las herramientas especiales que son usadas y las cuales pueden desempeñar varios trabajos no solo en la aeronave sino en los equipos de apoyo en tierra.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Reparaciones típicas aplicadas en las aeronaves

La función primordial de una reparación es un arreglo de una estructura afectada, deteriorada, rota o en mal estado para que siga cumpliendo la función para la cual fue diseñada dentro de los márgenes de confiabilidad y seguridad. Con una reparación se puede restituir la resistencia original ejecutando una o varias acciones con las que se logre mitigar o eliminar la condición encontrada de carácter nocivo, el trabajo se hace garantizando el rendimiento satisfactorio que una aeronave lo requiere. Es importante que las reparaciones estructurales sean fieles a los datos técnicos de ingeniería y a las mejores técnicas disponibles, ya que se debe tomara en cuenta el área, material para realizar el procedimiento ya que se usa en metal, plásticos, fibras de carbono, aluminio, y estructuras con aleación las cuales se pueden repararse con los diferentes métodos que pueden ser por soldaduras metálicas especiales como de arco eléctrico, arco de tungsteno (TIG) o soldadura a gas y arco metálico (MIG), reemplazo de remaches sólidos, hi-lock, cherry max o pop-up, reconstrucciones de paneles o partes con resinas o pegas epóxicas, y por cambio de piezas siempre tomando en cuenta que una reparación inadecuada puede representar un peligro inmediato o potencial.

La fiabilidad de una aeronave depende de la calidad del diseño, así como la mano de obra utilizada en la realización de las reparaciones ya que deben ser lo suficientemente fuertes, durables teniendo que deben cumplir el mismo trabajo que realizaba antes de hacer la reparación por medio

de esto el fabricante las clasifica en reparaciones mayores o menores según su grado de dificultad.(ARENAS, JOSE MIGUEL ATEHORTUA, 2018)

2.1.1. Reparación mayor

Es la reparación que puede afectar substancialmente el peso y balance, resistencia estructural, rendimiento, diseño, operación del sistema propulsor, características de vuelo u otras condiciones que puedan afectar la aeronavegabilidad las cuales pueden ser programadas por Directivas de Aeronavegabilidad (AD), Boletines de Servicio (SB), o Desarrollo de Mantenimiento Programado (MPD) que se debe cumplir de forma mandataria en un plazo predestinado ya que puede ser para refuerzo de partes, cambio o mejoras en estructurales o de sistemas.

2.1.2. Reparación menor

Esta reparación no afecta drásticamente la configuración de la aeronave por la cual se no se realiza en un tiempo predestinado esta reparación se la realiza cuando se presenta un mínimo deterioro en cualquier material de la aeronave o puede producirse un daño ya sea por factores climáticos, mecánicos, o químicos que está expuesta de la aeronave el cual se debe tomar en cuenta que tipo de reparación se va a realizar para poder elegir que reparación se debe realizar a la aeronave.

2.2 Clasificación general de daños

2.2.1. Daños permisibles

Se producen por estar expuestos a cargas aerodinámicas la que produce daños como fatigas o fracturas lo cual se puede observar a través de inspecciones, mal funcionamiento lo cual suscita en un daño o distorsión el cual puede ser permitido y que puede ser corregido con un procedimiento simple tales como una perforación de detención a una rajadura o con pulimentos de picaduras el cual no penetra la capa de revestimiento (ALCLAD) siempre hay que realizar un pulimiento en el daño para eliminar contaminaciones y realizar una prueba de ensayos no destructivos (NDT) para verificar que el material no está comprometido.

2.2.2. Daños reparables

Estos daños son los que se les puede realizar una reparación en cualquier circunstancia que la aeronave se encuentra ya sea en operación o en mantenimiento programado tomando en cuenta que no se alteran drásticamente su forma original y están sujetos a todos los requerimientos regulatorios y no se sujetan a inspección requerida cuando se está haciendo porque es una operación normal de mantenimiento.

2.2.3. Reemplazo de piezas dañadas

Es sugerido cuando la reparación de la parte no es práctica o económica a menudo conviene cambiar la parte por lo extenso o complejo del trabajo adicional cuando la reparación no tienen información correspondiente es necesario realizar un reemplazo.



Figura 1. Inspecciones de Daños
Fuente: (Southwest Airlines, 2018)

2.3 Documentación sobre reparaciones aplicadas a las aeronaves

2.3.1. El manual de reparaciones estructurales (SRM)

Es un manual de mantenimiento producido y expedido por el fabricante de la aeronave y aprobado por la autoridad reguladora de aviación que describe en detalle las reparaciones específicas que están aprobadas para la estructura de una aeronave en particular. Es traspasado al dueño, explotador y operador cuando se entrega la aeronave y cubre la mayoría de los potenciales escenarios de daños, desde daño simple o menores afectaciones como la caída de rayos, grietas y rupturas, hasta algunos daños complejos. En él se describe al máximo de los daños que pueden ser reparadas y da detalles precisos de los métodos de reparaciones. El manual de reparaciones (SRM) se basa en extensos cálculos de ingeniería realizados con herramientas especiales y software de ingeniería asistida por computadora y basados en métodos computaciones inteligentes que se

encarga del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería realizados con el computador.

Los expertos en mantenimiento aeronáutico en el campo de las estructuras están obligados a su consulta y hacer uso permanente, todas las reparaciones a la estructuras deben ser ejecutadas de acuerdo con el manual de reparaciones estructurales (SRM). Contiene identificación de materiales de las estructuras, criterios de daños estructurales permisibles, y diseños de reparaciones aplicables a los componentes estructurales del avión que son más propensos a sufrir daños. Además, contiene información pertinente a la familiarización del avión y de las prácticas y materiales de reparaciones general. También se proporcionan procedimiento, tales como la comprobación de simetría de la aeronave o soporte de Jigs, los cuales pueden realizarse simultáneamente con la reparación estructural. Todos los datos contenidos en este manual que afecta a la integridad estructural del avión han sido aprobados por la autoridad aeronáutica del país de diseño y certificación.

Cuando las reparaciones no están incluidas, no significa que la estructura en cuestión no es reparable, es posible que no se haya considerado conveniente diseñar una reparación típica, o que la experiencia de servicio aún no ha indicado un requisito. En algunos casos, un diseño de reparación adecuada requerirá la evaluación por la compañía fabricante. Considere lo siguiente cuando no se encuentran las reparaciones típicas. El cumplimiento de una reparación de conformidad con las prácticas y procedimientos de reparaciones generales previstas en los capítulos del manual de reparaciones. La reparación de un diseño específico por los daños no cubiertos o sustitución de la parte dañada.

Como la experiencia de servicio indica un patrón dinámico, este manual será revisado para incluir reparaciones adicionales aprobadas que han sido diseñadas por las compañías fabricante o por cualquier operador de este tipo de aeronave. Se pretende que, en el caso de daño importante, la información incluida en este manual sea completada como exigencia para el fabricante a través de asistencia técnica al cliente. Los SRM en la mayoría de los casos cubren un tipo de modelo de aeronave, sin embargo, algunas casas fabricantes poseen un manual específico para cada modelo y año de producción de aeronave.

El rendimiento satisfactorio de una aeronave requiere del mantenimiento continuo de su integridad estructural. Es importante que las reparaciones estructurales metálicas puedan hacerse según las mejores técnicas disponibles debido a que una reparación con técnicas inadecuadas pueden suponer un peligro inmediato o potencial. La fiabilidad de una aeronave depende de la calidad del diseño, así como la mano de obra utilizados en la fabricación de las reparaciones.(ARENAS, JOSE MIGUEL ATEHORTUA, s.f.)

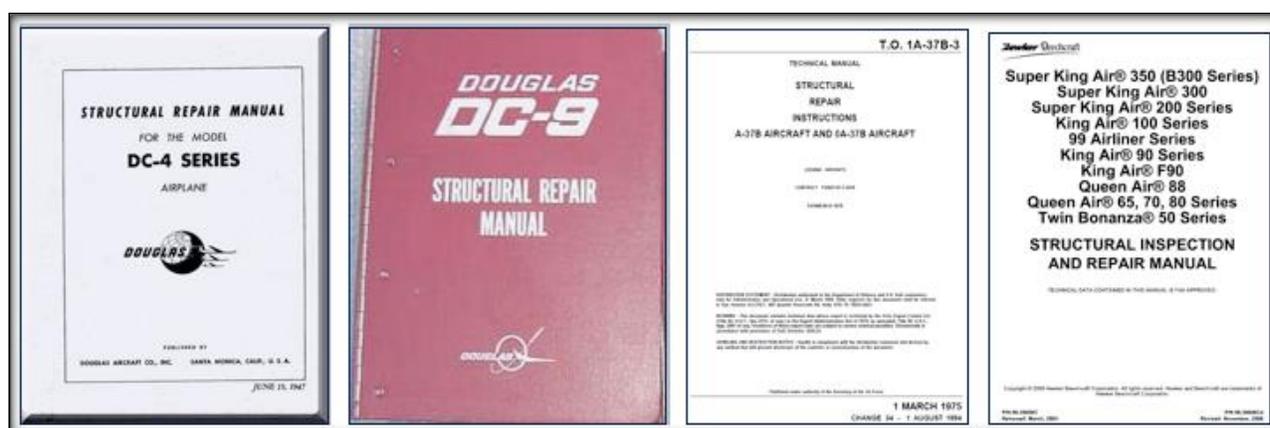


Figura 2. Manuales de Aviación

Fuente: (ARENAS, JOSE MIGUEL ATEHORTUA, s.f.)

3.3.2. Numeración estándar de la asociación de transporte aéreo (ATA100)

El sistema de numeración estándar para manuales de reparación estructural se divide en capítulos con los datos técnicos del fabricante, de conformidad con la asociación de transporte aéreo de América Especificación ATA 100 cada capítulo se subdivide para permitir la representación estructural de los miembros individuales de cada capítulo proporciona información general de las estructuras necesaria para realizar una reparación también se incluyen en el capítulo los procedimientos generales de reparación que pueden ser realizadas en áreas no críticas. Este sistema numérico tiene tres elementos con dos números en cada elemento el primer elemento que identifica el capítulo, el segundo elemento identifica la sección, y el tercer elemento identifica el fuselaje, el ala, u otras grandes estructuras de avión. La mayoría de los números de sección identificar una sección más pequeña del fuselaje, ala, u otras estructuras de avión de gran tamaño.

El capítulo contiene información de reparaciones que es aplicable a la totalidad de la estructura del avión. Esta dispuesta para permitir la máxima utilización de los datos comunes. En el capítulo, los números de sección contienen grupos de información de procedimientos. La mayoría de los sujetos se identifican la numeración de la piel, largueros, u otros elementos estructurales básicos. En el capítulo, los datos están sujetos al contenido de los procedimientos especificados por el título de la sección. Los capítulos de reparaciones se dividen con la especificación de la ATA 100 y son estándar en todas las aeronaves.(ATEHORTURA)

SRM Capítulos

- Charter 51 Standard Practices General
- Charter 52 Doors
- Charter 53 Fuselage
- Charter 54 Nacelles / Pylons
- Charter 55 Stabilizers
- Charter 56 Windows
- Charter 57 Wings

ATA Sección los capítulos que se subdividen en los números de sección en algunos casos se hacen asignaciones numéricas de sección específicas para atender a las variaciones estructurales entre los diferentes modelos de aeronave. (ATEHORTURA)

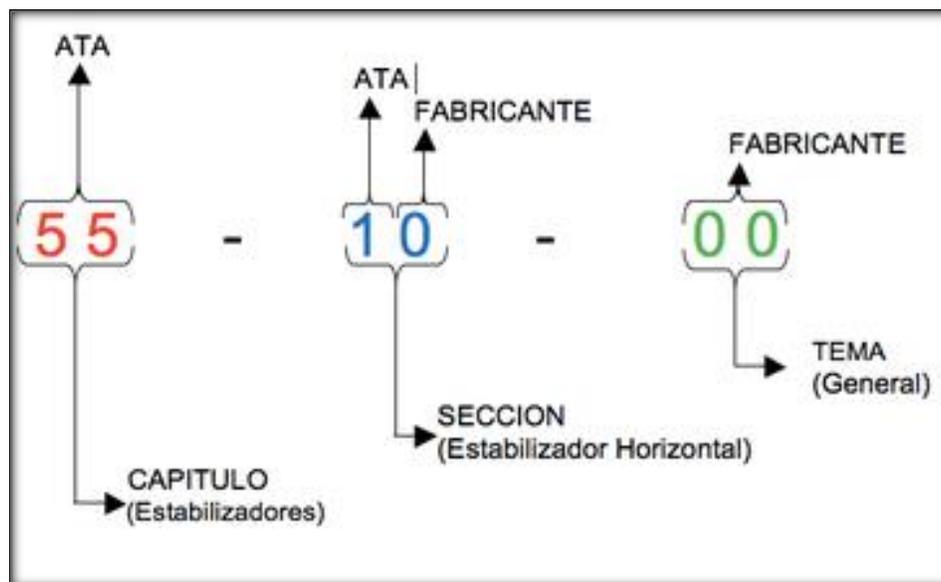


Figura 3. ATA 100
Fuente: (ATEHORTURA)

El manual de reparación estructural se puede utilizar para solicitar piezas estructurales no identificadas fácilmente de dibujos u otras fuentes. Revisará las efectividades de designaciones del Avión.

- Tipo de avión y modelo (mostrado como modelo de la serie)
- El operador actual (mostrado como código de identificación y el código efectividad)
- Número de serie
- Número de registro (que se muestra como número de registro).
- Modificaciones.
- Tipos de Materiales.
- Actualizaciones.

2.4 Clasificación de las estructuras

Donde el fabricante de aeronaves facilita un manual de reparaciones estructurales el cual da información específica de materiales, procedimiento, tratamientos e inspecciones la cual la denominación por categorías.

2.4.1. Categoría A

Reparaciones una reparación permanente para que la inspección que figura en el documento de datos de mantenimiento de planificación (MPD), son suficientes y no otras acciones necesarias.

2.4.2. Categoría B

Reparaciones una reparación permanente para que las inspecciones suplementarias sean necesarias en el umbral específico y los intervalos de repetición.

2.4.3. Categoría C

Reparaciones una reparación limitada en el tiempo que debe ser reemplazada y rediseñada dentro de un plazo determinado. También las inspecciones suplementarias pueden ser necesarias en un determinado umbral de intervalos de repetición.

2.5 Tipo de reparaciones estructurales

Las reparaciones que no son críticos para la tolerancia al daño y se clasifica como permanente, interino, o de duración limitada, sobre la base de la durabilidad esperada de la reparación.

2.5.1. Reparación permanente

Una reparación que no es necesario realizar más inspecciones durante la operación normal de la aeronave, salvo que el operador quiera tener un registro por deterioro de materiales o para verificar que no exista corrosión.

2.5.2. Reparación provisional o interino

Una reparación que tiene la resistencia estructural necesaria y podría permanecer en la aeronave indefinidamente. La reparación debe ser inspeccionada en los intervalos específicos y reemplazar si se detecta un deterioro o daño encontrado.

2.5.3. La reparación de duración limitada

Es la reparación que se realiza a una estructura de la aeronave la cual tiene una duración de ciclos u horas de vuelo, la cual es autorizada una consulta al fabricante o por un personal de calidad de la empresa que explota los servicios de la aeronave. Todas las definiciones de reparaciones, durabilidad, tiempo, y procedimientos explica detenidamente el manual de estructural creado por el fabricante, las reparaciones que no tengan una información clara el operador de la aeronave tiene que consultar con el fabricante para pedir su respectiva asesoría.(ARENAS, JOSE MIGUEL ATEHORTUA, s.f.)



Figura 4. Partes Estructurales del Avión
Fuente: (FLIGHT INTERNACIONAL, 2017)

2.6 Herramientas usadas para una reparación estructural

En todo trabajo por más mínimo que sea se requiere de la utilización de elementos que hagan más sencilla y que se use la menor cantidad de energía posible, tarea que es llevada a cabo con la ayuda de herramientas, estas a su vez se clasifican en grupos de acuerdo a la función que cumplen.(PREZI, 2019)

2.6.1. Herramientas de impacto o golpe

El martillo es una herramienta utilizada para golpear una pieza, causando su desplazamiento o de formación, la forma básica del martillo consiste de un mango (comúnmente de madera) con una cabeza pesada comúnmente de metal en su extremo. Los son utilizados en diferentes profesiones u es una de las herramientas básicas junto con el cuchillo.



Figura 5. Martillos

Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.2. Herramientas de giro

Llaves cuando se inventaron los tornillos o pernos con tuerca, la llave estriada era la herramienta más común para trabajar, los primeros tornillos tenían cabezas cuadrada, pero la forma más versátil, la hexagonal apareció bastante pronto.



Figura 6. Llaves
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.3. Llave allen

Es la herramienta usada para atornillar y desatornillar tornillos, que tienen cabeza hexagonal interior.



Figura 7. Llave Allen
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.4. Rache o trinquete

El rache o manija de matraca, tiene una palanca de inversión que opera un trinquete dentro de la cabeza de la herramienta. Girando la manija en una dirección se hace que el trinquete engrane en los dientes de la matraca y devuelva al cubo. Si se gira la manija en dirección opuesta, el trinquete se desliza sobre los dientes, permitiendo que la manija regrese sin mover el cubo.



Figura 8. Palanca Rache
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.5. Pinzas

Son elementos que sirven para ejercer la mayor parte de la fuerza al girar un perno o tuerca su denominación la encontramos en pulgadas, las pinzas se hacen en varios estilos y tamaños y se usan para realizar muchas operaciones diferentes se emplean tanto para cortar, como para sostener u agarrar objetos pequeños en situaciones donde puede ser inconveniente o imposible usar las manos.



Figura 9. Clases de Pinzas
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.6. Herramientas de corte

Segueta se utilizan para cortar metal grueso, está conformada por un marco, mango antideslizante y su hoja se hace de acero de alta calidad endurecido y templado, sus dientes se encuentran distribuidos de diferente forma de trisca miento alternado, trisca miento de rastillo y trocamiento de onda y su cantidad depende del material que se vaya a cortar para materiales de un mayor grosor se utiliza una hoja con un menor número de dientes.



Figura 10. Cierra
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.7. Destornilladores

Es una de las herramientas más utilizadas por los técnicos su función es ajustar y desajustar tornillos y se clasifican en planos, punta acampanada, con filo esmerilado, con hoja cuadrada. En cruz.

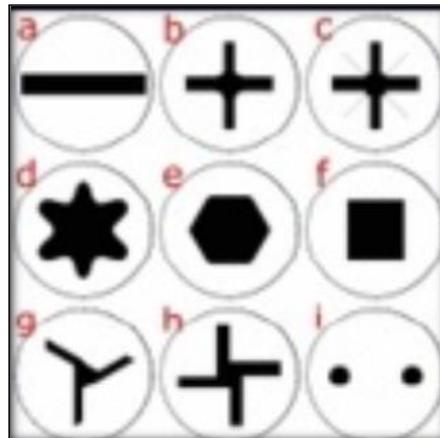


Figura 11. Tipos de Puntas
Fuente:(PREZI, 2019)

2.6.8. Herramientas técnicas de medición

Regla metálica una de las herramientas de medición más común en la caja de herramientas de un técnico es la regla de acero de seis pulgadas. Las reglas buenas son hechas flexible satín finish acero inoxidable y es graduado en incremento $1/32$ y $1/64$ pulgada en un lado e incremento de 0.1 y 0.01 pulgada en el otro las reglas métricas también están disponibles graduadas en centímetros y milímetros.

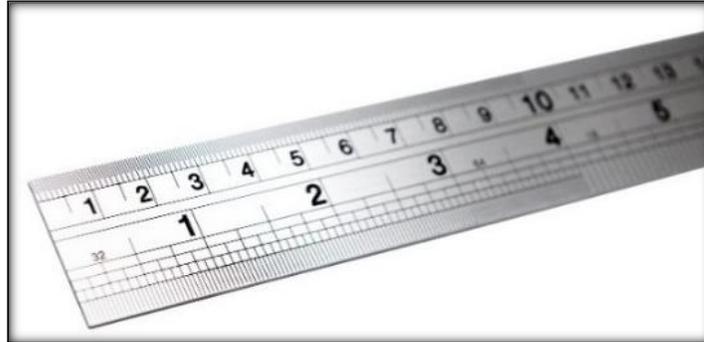


Figura 12. Regla
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.9. Herramientas para estructuras y láminas

Clecos uno de los más convenientes y provechosos útiles ideados para unir planchas metálicas son los sujetadores construidos de formas y tamaños diverso.

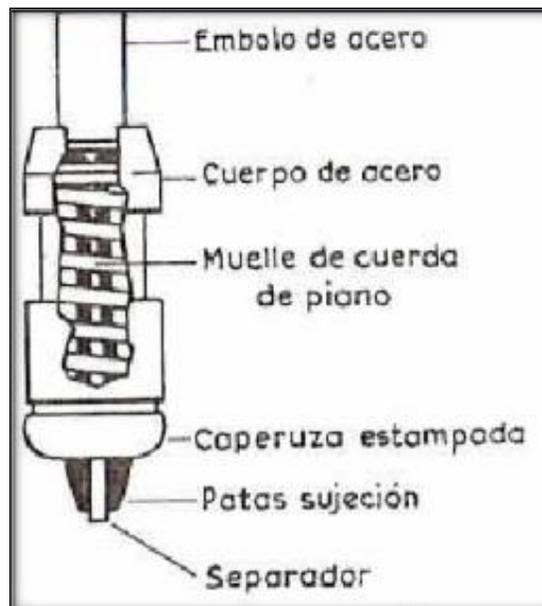


Figura 13. Partes del Cleco
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.10. Alicates para sujetar clecos

El revestimiento a la estructura antes del remachado al abrir los alicates de lengüeta central separa las laterales que se expanden y retraen y sus cabezas retienen firmemente el conjunto estructural que queda sujeto entre estas y el propio cuerpo del Cleco.



Figura 14. Pinza de Clecos
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.11. Remachadora neumática

Se denomina remachadora a una herramienta manual usada principalmente en talleres de bricolaje y carpintería metálica que sirve para fijar con remaches uniones de piezas que no sean desmontables en un futuro.



Figura 15. Remachadora Neumática
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.12. Esmeriladoras neumáticas rectas

Ideal para trabajos generales, como limpieza de soldadura, corrosión, limpieza de pinturas, pulidos, para matar esquinas vivas además de eso tiene infinidad de defunciones.



Figura 16. Esmeril
Fuente: (PREZI, 2019)

2.6.13. Cortadora de lámina

Tanto su mesa como su cortina están construidas con placas de grueso y solido calibre así como también cuenta con refuerzo en la parte inferior de la mesa como en la parte posterior de su cortina.



Figura 17. Cortadora de Láminas
Fuente: (Manejo de Herramientas)

2.7 Herramientas especiales para una reparación estructurales

2.7.1. CALIBRADOR PIE DE REY O CALIPER

Esta herramienta es usada para medir profundidades, distancias, diámetros, la cual tiene una escala de medida en pulgadas y centímetros se puede encontrar de diferentes representaciones las cuales son en forma análoga, digital y escala métrica.

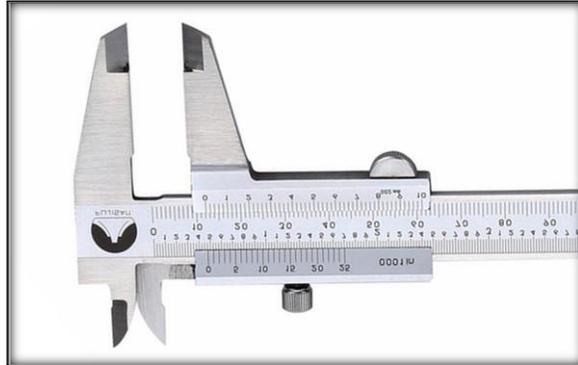


Figura 18. Caliper o Pie de Rey
Fuente: (INGEMECÁNICA, 2020)

2.7.2. Escariador o machuelos

Son herramientas que sirven para limpiar orificios que alojan pernos o remaches, de cualquier remanente metálico el cual evita provocar daños a la rosca de un perno también nos ayuda a realizar rosca sobre medida.



Figura 19. Escariador o Machuelos
Fuente: (INGEMECÁNICA, 2020)

2.7.3. Brocas

Nos ayudan a realizar perforaciones de diferentes diámetros o a remover remaches, pernos que están con corrosión, se clasifican para diferentes trabajos según su material en la aviación tienen la función adicional de realizar perforaciones de detención de grietas el cual son reparaciones temporales.



Figura 20. Brocas

Fuente: (INGEMECÁNICA, 2020)

2.7.4. Lijas para metal

Son papeles tratados el cual es adherido material abrasivo el que tiene la función de pulir, desbastar y abrillantar el material cada papel lija tiene diferentes numeración el cual se emplea para cada material o para cada trabajo.



Figura 21. Lija metálica
Fuente: (INGEMECÁNICA, 2020)

2.7.5. Soldadora con arco eléctrico

O también llamada soldadura electrógeno consiguieron soldar metales con electrodo de carbono la característica más importante de la soldadura con electrodos revestidos el revestimiento protege el interior del electrodo hasta el momento de la fusión. Con el calor del arco, el extremo del electrodo se funde y se quema el recubrimiento, de modo que se obtiene la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de metal fundido desde el núcleo del electrodo hasta el baño de fusión en el material base. Como son los propios electrodos los que aportan el flujo de metal fundido, será necesario reponerlos cuando se desgasten. Los electrodos están compuestos de dos piezas: el alma y el revestimiento. El alma o varilla es un alambre (de diámetro original 5,5 mm) que se suministra en rollos continuos. Tras obtener el material, el fabricante lo decapa mecánicamente (a fin de eliminar el óxido y aumentar la pureza) y posteriormente lo trefila para reducir su diámetro.

Este tipo de soldadura puede ser efectuada bajo corriente tanto continua como alterna. En corriente continua el arco es más estable y fácil de encender, y las salpicaduras son poco frecuentes; en cambio, el método es poco eficaz con soldaduras de piezas gruesas. La corriente alterna posibilita el uso de electrodos de mayor diámetro, con lo que el rendimiento a mayor escala también aumenta. En cualquier caso, las intensidades de corriente oscilan entre 10 y 500 amperios. El factor principal que hace de este proceso de soldadura un método tan útil es su simplicidad y, por tanto, su bajo precio. A pesar de la gran variedad de procesos de soldadura disponibles, la soldadura con electrodo revestido no ha sido desplazada del mercado. La sencillez hace de ella un procedimiento práctico; todo lo que necesita un soldador para trabajar es una fuente de alimentación, cables, un portaelectrodo y electrodos. El procedimiento es excelente para trabajos de reparación, fabricación y construcción. (Commons, 2006)



Figura 22. Soldadora Arco Eléctrico
Fuente: (TELWIN S.P.A , 2000)

2.7.6. Soldadura de electrodo consumido protegido (MIG/MAG)

Este método resulta similar al anterior, con la salvedad de que en los dos tipos de soldadura por electrodo consumible protegido, MIG (*Metal Inert Gas*) y MAG (*Metal Active Gas*), es este electrodo el alimento del cordón de soldadura. El arco eléctrico está protegido, como en el caso anterior, por un flujo continuo de gas que garantiza una unión limpia y en buenas condiciones. En la soldadura de gas inerte (MIG), como su nombre indica, el gas es inerte; no participa en modo alguno en la reacción de soldadura. Su función es proteger la zona crítica de la soldadura de oxidaciones e impurezas exteriores. Se emplean usualmente los mismos gases que en el caso de electrodo no consumible: argón, menos frecuentemente helio, y mezcla de ambos.

En la soldadura de gas inerte (MAG), en cambio, el gas utilizado participa de forma activa en la soldadura. Su zona de influencia puede ser oxidante o reductora, ya sea que se utilicen gases como el dióxido de carbono o el argón mezclado con oxígeno. El problema de usar CO₂ en la soldadura es que la unión resultante, debido al oxígeno liberado, resulta muy porosa. Además, sólo se puede usar para soldar acero, por lo que su uso queda restringido a las ocasiones en las que es necesario soldar grandes cantidades de material y en las que la porosidad resultante no es un problema a tener en cuenta. La flexibilidad es la característica más sobresaliente del método MIG / MAG, ya que permite soldar aceros de baja aleación, aceros inoxidable, aluminio y cobre, en espesores a partir de los 0,5 mm y en todas las posiciones. La protección por gas garantiza un cordón de soldadura continuo y uniforme, además de libre de impurezas y escorias. Además, la soldadura MIG / MAG es un método limpio y compatible con todas las medidas de protección para el medio ambiente.

La soldadura MIG/MAG es intrínsecamente más productiva que la soldadura MMA, donde se pierde productividad cada vez que se produce una parada para reponer el electrodo consumido. Las pérdidas materiales también se producen con la soldadura MMA, cuando la parte última del electrodo es desechada. Por cada kilogramo de electrodo revestido comprado, alrededor del 65% forma parte del material depositado (el resto es desechado). La utilización de hilos sólidos e hilos tubulares ha aumentado esta eficiencia hasta el 80-95%. La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones. El procedimiento es muy utilizado en espesores delgados y medios, en fabricaciones de acero y estructuras de aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran porcentaje de trabajo manual. La introducción de hilos tubulares está encontrando cada vez más, su aplicación en los espesores fuertes que se dan en estructuras de acero pesadas. (Commons, 2006)



Figura 23. Soldadora MIG
Fuente: (TELWIN S.P.A , 2000)

2.7.7. Soldadora de tungsteno(TIG)

El proceso de soldadura de gas de tungsteno TIG, identificado por la AWS como Gas Tungsteno Arc welding GTAW, es un proceso de soldadura por arco eléctrico, que se establece entre electrodo de tungsteno y la pieza a soldar, bajo la protección de un gas inerte evita el contacto del aire con el baño de fusión y con el electrodo, que se encuentra a alta temperatura. El electrodo de Tungsteno está sujeto a una antorcha que le transmite la corriente eléctrica e inyecta el gas de protección, puede estar refrigerada y es alimentada por un fuente de poder que puede ser de corriente continua o alterna el metal de aporte cuando es necesario se agrega directamente a la pileta liquida. Para poder usar el equipo de tungsteno se emplean la corriente continua y la corriente alterna las cuales por su potencial eléctrica de cada fuente tienen diferentes incidencias al momento se enciende la máquina y también influye el proceso de soldadura el cual se refleja con sus efectos como se señala en la siguiente figura.

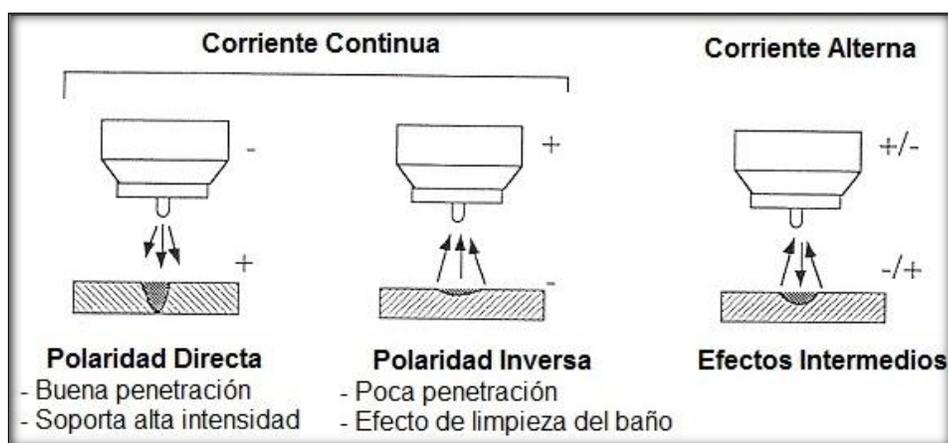


Figura 24. Corrientes Eléctricas

Fuente: (Commons, 2006)

Las intensidades de corriente son del orden de 50 a 500 amperios. Con esta polarización se consigue mayor penetración y un aumento en la duración del electrodo. Con polarización inversa, la fusión es mayor pero hay menor penetración; las intensidades oscilan entre 5 y 60 amperios. Mientras en la corriente alterna combina las ventajas anteriores, pero en tiene un arco poco estable y difícil de realizar. Los electrodos se presentan en forma cilíndrica con una gama de diámetros de 1.6, 2.4 y 3.2 milímetros cabe destacar la importancia del afilado en el extremo del electrodo, que incide de manera decisiva en la calidad de la soldadura como se muestra en siguiente figura.

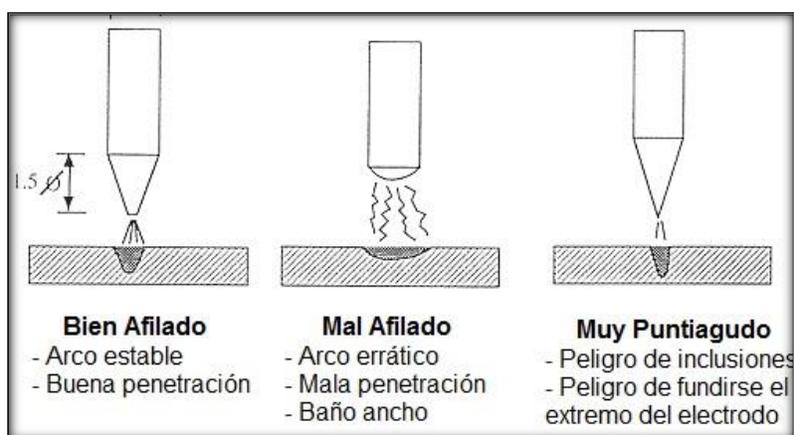


Figura 25. Influencia del Afilado del Electrodo

Fuente: (TELWIN S.P.A , 2000)

a. Ventajas

Permite soldar en toda posición y todos los metales, a saber aceros aleados, aluminio, magnesio, cobre, níquel y otros metales especiales, tales como el titanio y el circonio es imprescindible para espesores finos. Debido a que el electrodo de tungsteno y el material de aporte son independientes, permite añadir solo la cantidad adecuada, evitando generar soldaduras con sobre espesores innecesarios con muy buen aspecto. Genera un decapado de la capa de óxido que

recubre los metales refractarios en el caso del aluminio, mientras que el gas inerte evita la regeneración de la misma, lo que produce una soldadura limpia, sin escoria. No transfiere material a través del arco, por lo que no se producen salpicaduras mantiene el arco aun con muy baja corrientes, se puede soldar una amplia gama de espesores y hasta 4mm de espesor sin preparación de bordes. Permite controlar la penetración, por lo que se usa para la pasada de raíz de finos y grandes espesores, luego se puede completar la junta con cualquier otro proceso.

b. Limitaciones

Velocidad de deposición son menores que aquellas con otros procesos de soldadura por arco eléctrico con consumible. Se requiere mayor habilidad del soldador que con electrodos revestido y MIG-MAG.(INGEMECÁNICA, 2020)



Figura 26. Soldadora de Tungsteno
Fuente: (TELWIN S.P.A , 2000)

2.7.8. Partes de la soldadura de tungsteno(TIG)

a. Generador de corriente

Tiene como tarea alimentar al arco eléctrico que se crea entre el material base y el electrodo de tungsteno, a través de la salida de una cantidad de corriente suficiente para mantenerlo encendido. En su interior normalmente se coloca un dispositivo de regulación de la corriente de soldadura, de tipo mecánico.

b. Soplete porta electrodos de tungsteno con haz de cables

Es un dispositivo que engloba el electrodo de tungsteno, y está conectado a algunos cables conectados al generador, los cuales tiene como tarea alimentación eléctricamente y distribuir el gas de protección en función del tipo de empleo, pueden haber sopletes con enfriamiento natural, a través del gas de protección, si son necesarias intensidades bajas de corriente, y sopletes con enfriamiento por agua, cuando son necesarias corrientes elevadas (200-500 A) y soldaduras frecuentes.

c. Varilla de material de aporte

El espesor del material, el tipo de junta y las características de soldadura deseadas influyen la necesidad de usar o no un metal de aporte añadido al baño. El añadido del metal de aporte en la soldadura manual se efectúa emergiendo una varilla de material en zona del arco, lateralmente al

baño de fusión el metal de aporte es a menudo similar al metal base y con frecuencia se añaden limitadas cantidades de disolventes u otros elementos que mejoran las propiedades de la zona fundida.

d. Bombona de gas con circuito de presión

Está compuesta de una bombona que contiene el gas o los gases de protección un manómetro, instrumento utilizando para indicar la cantidad de gas en el interior de la bombona un reductor de presión un electrodo válvula presente en el caso que el soplete este dotado de pulsador de cebado, controlada por el mismo pulsador, el cual abre y cierra el flujo de gas dependiendo de las necesidades del operador.

e. Pinza con cable de masa

Permite la conexión eléctrica entre el generador de corriente y el material base a soldar. El cable debe tener un tamaño y una longitud en función del amperaje máximo de la fuente de soldadura

f. Grupo de enfriamiento

Por agua es un dispositivo utilizado para el enfriamiento del soplete, si se enfría por agua, para evitar sobrecalentamiento excesivo, cuando existen elevados corrientes de soldadura. Este aparato,

a través de una bomba, permite la continua circulación del agua en el soplete y a través de un sistema de enfriamiento controla su sobrecalentamiento.(TELWIN S.P.A , 2000)



Figura 27. Elementos Soldadora de Tungsteno
Fuente: (TELWIN S.P.A , 2000)

2.7.9. Como realizar de un arco de suelda con el método de soldadura de tungsteno (TIG)

La soldadura TIG es un proceso particularmente interesante para pequeñas herramientas y pequeños trabajos de reparación. La ventaja es que pueden reparar complicados filos de corte y obtener formas detalladas. Un electrodo de tungsteno de pequeño diámetro permite al soldador concentrar una elevada temperatura en un punto pequeño, así como depositar el consumible de soldadura sin dañar el material base y sin producirle ninguna deformación. Para controlar el amperaje al mínimo posible, la maquina debería disponer de un interruptor controlador a la altura del pie del soldador o un regulador de amperaje que está incorporado en el equipo el cual es un potenciómetro de amperaje. Las varillas de tungsteno (TIG) están disponibles en un amplio rango de aleaciones para ser usadas en diferentes materiales, el gas protector debería ser Argón o acetileno.

a. Distancia

En esta técnica es muy importante la distancia porque es la que separa el electrodo de la pieza que influye en el mantenimiento del arco eléctrico así como el tramo de electrodo que sobresale de la tobera de la pinza recomendando los siguientes valores 5 milímetros como máximo de salida del electrodo fuera de la tobera, 5 milímetros máximo para la distancia de la punta del electrodo a la pieza.

b. Ángulo

Otro factor importante que se debe controlar es la inclinación de la pinza porta electrodos lo ideal sería a 90 grados con la pinza totalmente perpendicular a la pieza pero se puede admitir una inclinación entre 75 grados y 80 grados a fin de facilitar el trabajo y el control visual del cordón de suelda.

c. Caudal de gas

El caudal de gas para que la soldadura resulte óptima estaría comprendido entre los 6 y 12 litros por minuto.

d. Material de aporte

Durante el proceso de soldadura se debe tener la precaución de mantener dentro del flujo del gas la parte caliente de la varilla con el material de aporte dado que si sale fuera del flujo de protección este se oxidaría perdiendo propiedades y sin tener una apropiada penetración.

e. Afilado del electrodo

Durante el proceso de mecanizado de la punta del electrodo para obtener su afilado se debe tener precaución de dejar las estrías queden perpendiculares a la corriente con ello se conseguiría que el arco salga más centrado si no sigue esta recomendación se corre el peligro de que el arco resulte errático durante la soldadura para su afilado se recomienda utilizar una piedra esmeril fina.

f. Intensidad de corriente

La intensidad de corriente requerida será función del diámetro del electrodo que utilicemos a continuación se relaciona los valores estimados de corriente.

Tabla 1

Amperaje para Realizar una Soldadura

DIAMETRO (MILIMETROS)	INTENSIDAD (AMPERIOS)
1.6	70 – 150
2.0	100 – 200
2.4	150 – 250
3.0	250 – 400

g. Limpieza

Como en todo proceso de soldadura la presencia de grasas, aceites, óxidos, etc. Son fuente de contaminación del baño fundido lo que interfiere negativamente en la calidad final del codón que se obtenga.(TELWIN S.P.A , 2000)

2.8 Verificación de dureza de los materiales

Se entiende por dureza de un material a la resistencia que opone el material a su deformación plástica permanente superficial por rayado o penetración siempre se cumple que la dureza de un material resulta inversamente proporcional a la huella que queda en su superficie al aplicarle una fuerza. En este sentido se puede definir también a la dureza de un material como aquella propiedad de la capa superficie del material de poder resistir toda deformación elástica plástica o destrucción debido a la acción de esfuerzos de contacto locales originados por otro cuerpo llamado indentador o penetrador, cuando duro la determinada forma y dimensiones el cual no sufre deformaciones residuales durante el contacto.

Es decir se entiende por dureza a la propiedad que tienen los materiales en general de resistir la penetración de un indentador sometido bajo carga de manera que la dureza representa la resistencia del material a la deformación plástica localizada en su superficie. De la anterior definición de dureza se pueden deducir las siguientes conclusiones. La dureza por definición es una propiedad de la capa superficial del material y no es una propiedad del material. Los métodos de dureza por penetración presuponen la presencia de esfuerzos de contacto y por lo tanto la dureza

puede ser cuantificada dentro de una escala. En todo caso de penetración no debe sufrir deformaciones residuales durante el ensayo de medición de la dureza del cuerpo que se esté ensayando.(TELWIN S.P.A , 2000)

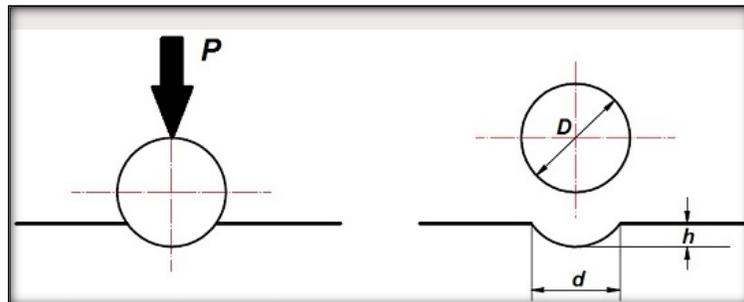


Figura 28. Informe de Dureza
Fuente: (INGEMECÁNICA, 2020)

2.9 Tipo de inspecciones que se realizar a las reparaciones metálicas (ensayos no destructivos)

Se denomina ensayo no destructivo a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas químicas mecánicas o dimensiones los ensayos no destructivos implican un imperceptible los diferentes métodos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas acústicas elásticas emisión de partículas subatómicas capilaridad absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada. La finalidad de la inspección de soldadura es determinar si los ensamblajes soldados cumplen con los requisitos especificados, se pueden señalar diferentes enfoques, cometidos, alcances y limitaciones en la participación del inspector, dependiendo de la parte que contrata los servicios de inspección. Estas pruebas proporcionan información acerca de la sanidad superficial de los materiales inspeccionados. Los métodos de PND superficiales.

Tabla 2*Nomenclatura de NDT*

VT	Inspección Visual
PT	Líquidas Penetrantes
MT	Partículas Magnéticas
ET	Electromagnetismo

En el caso de utilizar VT y PT se tiene la limitante para detectar únicamente discontinuidades superficiales y con MT y ET se tiene la posibilidad de detectar tanto discontinuidades superficiales como sub superficiales (las que se encuentran debajo de la superficie pero más cercanas a ella).

2.9.1 Pruebas por líquidos penetrantes

Método de inspección usado para la detección de discontinuidades superficiales en todo tipo de material excepto el material poroso, este método usa un tinte sea visible (rojo) o fluorescente, que ingresa en las discontinuidades que se encuentran abiertas a la superficie, el exceso de penetrante es removido, permaneciendo el penetrante residual dentro de la discontinuidad, un material revelador es entonces aplicado para sacar el penetrante de la discontinuidad hacia la superficie y hacerle fácilmente visible por el especialista en NDT, en el caso del tinte fluorescente se debe utilizar la ayuda de la lámpara de luz negra.(CENDE NDT, 2015)

2.9.2. Pruebas con partículas magnéticas

Método de inspección utilizado para detectar la presencia de discontinuidades superficiales y subsuperficiales solamente en materiales ferromagnéticos, consiste en usar el campo magnético producido por una corriente eléctrica para poder detectar la presencia de discontinuidades, a través del uso de polvo magnético el mismo que viene en diferentes colores y pueden ser visibles y fluorescentes. Los fluorescentes nos permiten detectar discontinuidades muy finas pero se requiere de la ayuda de la luz negra.(CENDE NDT, 2015)



Figura 29. Métodos de NDT
Fuente: (CENDE NDT, 2015)

2.9.3 Pruebas no destructivas volumétricas

Estas pruebas proporcionan información acerca de la sanidad interna de los materiales inspeccionados los métodos de PND volumétricos son

Tabla 3*Nomenclatura de NDT*

RT	Radiografía Industrial
UT	Ultrasonido Industrial
AE	Emisión Acústica

Estos métodos permiten la detección de discontinuidades internas y sub superficiales así como bajo ciertas condiciones la detección de discontinuidades superficiales.



Figura 30. Comprobaciones
Fuente: (CENDE NDT, 2015)

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE TEMA

3.1 Preliminares

En el presente capítulo se detallan los procedimientos que se realizan en presente trabajo de investigación arrojando como resultado, que si es factible realizar la implementación de reparaciones metálicas con el uso de suelda TIG aplicada a la sección del motor continental O200-A de la aeronave Cessna 150, para la carrera de mecánica aeronáutica, el mismo que consta de una soldadura de tungsteno, un tanque de argón, flujo metro, cañerías flexibles, electrodos para soldadura de tungsteno, y elemento de soldadura. Además que se cuenta con el personal capacitado, lugar donde se puede realizar una práctica real, se aplicó todo el conocimiento y entrenamiento adquirido en la Unidad de Gestión de Tecnologías y con la tutoría del Tlgo, Edison Granda encardo de este proyecto de graduación el que se plantó con es el funcionamiento de la soldadura de tungsteno, el uso de las aplicaciones y como identificar los tipos de daños que pueden ocasionarse en la sección del motor Continental O200-A.

3.2 Operacional

Con el desarrollo del presente trabajo de investigación se pudo determinar que es realmente importante la implementación de reparaciones metálicas con el uso de suelda de tungsteno aplicada a la sección del motor continental O200-A que tiene en las instalaciones de la UGT. Puesto que la UGT no tiene en su listado de herramientas especiales una soladora de tungsteno la cual es

necesaria para realizar prácticas de reparaciones metálicas que se puede realizar ya seas en los equipos, bancos de prueba, escaleras y en los respectivas partes de los motores que tiene las aeronaves de la UGT teniendo en cuenta que se desencadenaría una reacción negativa en los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica de la UGT, que al tener más herramientas especiales es de mucha importancia para el incremento de conocimientos técnicos.

3.3 Indumentaria de seguridad usada para soldar

- Guantes de Protección para Soldar.
- Protección Visual para Soldadura.
- Ropa para Soldar.
- Calzado de Seguridad.
- Protección Auditiva



Figura 31. EPP

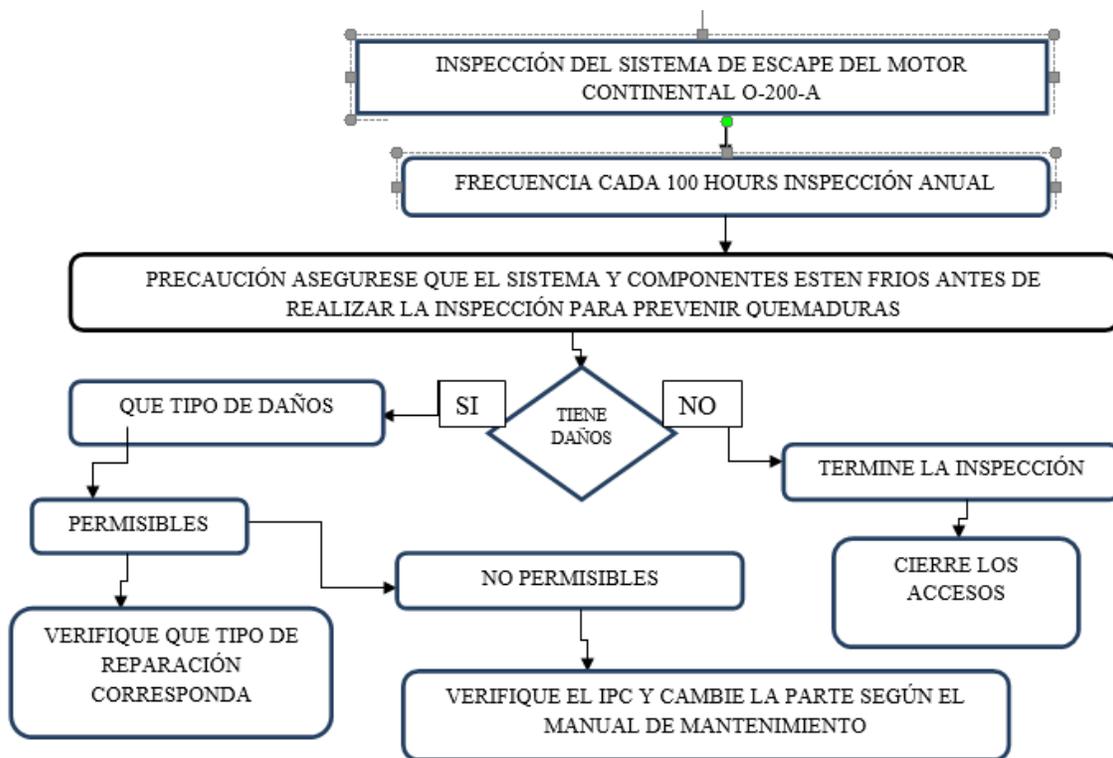
Fuente: (PINTEREST, 2020)

3.4 Equipos para inspeccionar daños

- Scotch Brite.
- Linterna.
- Herramientas de Medición.
- Trapos de Limpieza.
- Lupas.
- Alcohol Industrial.
- Métodos de Inspección de Ensayos no Destructivos.
- Lápices de Cera.

3.5 Procedimiento de inspección de 100 horas en el ducto de escape del motor continental O200-A

Al revisar en el manual de prácticas estándar del motor continental tiene inspecciones de mantenimiento preventivo las cuales están divididas en diarias, nocturnas, chequeos de 100 horas, 400, y de reparación mayor el cual tiene el propósito de verificar el estado de los componentes fijos, móviles y el heater muff si los tuviera instalados del sistema de escape para aislar de forma correcta todos los daños que se pudieran encontrar en la inspección y poder realizar todos los trabajos necesarios para que el equipo se encuentre aeronavegable y para preservar los funcionamientos de sus equipos.



3.6 Evaluación de daños

El daño a largo plazo se utiliza para describir la degradación de una pieza o ensamblaje para la nueva condición los daños pueden ser el resultado de cualquier de una multitud de condiciones que van desde el desgaste mecánico normal, la exposición a la intemperie, ser el resultado de un accidente o una modificación a la pieza original los siguientes términos se utilizan comúnmente para describir los diferentes tipos de daños.

EVALUACIÓN DE DAÑOS

- **NICK** Una depresión aguda de fondo con el áspero bordes exteriores.
- **FLAKING** Las partículas sueltas de material sobre una superficie o evidencia de remoción de la cobertura de la superficie.
- **QUEMADURA (BURN)** Decoloración de alguna parte por encontrarse a la exposición a un calor excesivo.
- **ABRASIÓN** El desgaste de pequeñas cantidades de material como resultado de la fricción entre las partes unidas.
- **SCRATCH** Marca estrecha y poco profunda o una línea que resulta del movimiento de una partícula metálica u objeto puntiagudo a través de una superficie
- **SCORING** Una forma de desgaste caracterizada por un aspecto rayado con las marcas en la dirección de desplazamiento.
- **PUNCTURE** Una ruptura en el material de lámina delgada por lo general causada por un objeto extraño en contacto con la superficie del material.
- **PITTING** Una condición reconocida por diminutos agujeros o cavidades que se produce en las superficies.
- **ACEITERA** Una característica de la hoja delgada después de un contorno que se flexiona para que la superficie se ajustara a través y ser cóncava o convexa.
- **GOUGING** El retiro de material de la superficie caracterizada por depresiones áspera y profunda.
- **FRETTING** Desgaste del material de la superficie causada por el movimiento repetido de las superficies adyacentes.
- **CORROSIÓN** Una acción química que se produce en las superficies debido al cambio de las partículas de los materiales como resultado en decoloración de la superficie, una capa de óxido o humedad.
- **PANDEO** Deformación a gran escala de una parte de la forma original por lo general causada por las altas cargas de compresión o un calentamiento local excesivo.
- **BLISTER** La parte elevada de la superficie, caudado por la separación de las capas de material.
- **DISTORSION** Es el cambio de la forma original de la superficie o parte.
- **ABOLLADURA DENT** Una suave hendidura o depresión de fondo redondo producido por un golpe a la superficie.
- **RUPTURA (CRACK)** Se produce una fisura o rotura de material

3.7 Tabla de inspección de 100 horas del sistema de escape del motor continental O-200-A

Tabla 4

Inspecciones

PARTES	ACCIÓN DE INSPECCIÓN
ACUMULADORES TUBO ASCENDENTE SELLOS	Verificación de partes siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Áreas Quemadas • Grietas • Perdida de Partes / Hardware • Atención en partículas pegadas en áreas soldadas y chequeo por grietas.
JUNTA DESLIZANTE	Verificar por protuberancias, grietas, o lugares calientes
SEGMENTO MÚLTIPLE (V-BAND CLAMPS) ABRAZADERAS	<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar áreas de puntos de suelda y remaches por grietas o daños físicos. • Inspeccione el radio de esquinas del segmento del interior de las abrazaderas por grietas con linterna y espejo. • Inspeccione el espacio del segmento interior.
DUCTO DE ESCAPE (HEATER MUFF)	Inspeccione los sellos del ducto caliente, uniones con una linterna y espejo o un boroscopio por daños físicos, grietas, corrosión y quemaduras. Inspeccione las conexiones de mangueras por apropiada marca de seguridad.

3.8 Desarrollo de la inspección de 100 horas del sistema de escape del motor continental O-200-A

3.8.1 Remueva todos los accesos de la aeronave que brindan ayuda para realizar inspección del ducto de escape recuerde tener precaución con las partes removidas.



Figura 32. Remoción de Nacelles

3.8.2 Para tener una mejor inspección limpie toda la aérea del sistema de escape, usando solventes deje que permita que el solvente drene y limpie las partes con un paño.



Figura 33. Limpieza del Sistema de Escape

3.8.3 Precaución los daños en el sistema de escape pueden liberar monóxido de carbono en las nacelles o en la cabina; corrija las fugas del escape antes de que la aeronave comience a operar. Conecte fuente aire de presión hacia la salida del cono de escape.



Figura 34. Sistema de Escape

3.8.4 Aplicar agua jabonosa en el sistema de escape y chequeo por burbujas en las áreas de escape y en sus uniones. Si se encuentra burbujas, remplace o repare los componentes del sistema de escape que tengan fugas con instrucciones del manual de mantenimiento de la aeronave.



Figura 35. Daños

3.9 Procedimiento para realizar una reparación metálica usando la suelda de tungsteno (TIG) en sistema de escape del motor continental O-200-Ade aeronave Cessna 150

3.9.1 Al culminar todas las instrucciones de inspecciones hay que evaluar los daños encontrados para continuar la realización de la reparación metálica siguiendo todos los pasos como indica el manual estándar el sistema de escape del motor continental O-200-A.



Figura 36. Sistema de Escape

3.9.2 El daño encontrado en ducto de escape es una ruptura con una medida de 20 milímetros verifica en el manual de repaciones tiene información sobre este tipo de daños el cual indica que toca realizar una soldadura con tungsteno.



Figura 37. Daño Encontrado

3.9.3 Antes de realizar la reparación con el método de soldadura el manual explica hay que realizar un re trabajo para eliminar todo tipo de contaminación y el daño este totalmente expuesto.



Figura 38. Re Trabajo

3.9.4 Se debe confirma en el manual de reparaciones publicado por la FAA como advisory circular con su denominación AC.43-1B en que material se va a realizar la reparación para poder ver el electrodo que se va a usar, la regulación de amperaje que le corresponde la maquina antes de realizar una reparación en el sistema de escape del motor continental O-200-A.

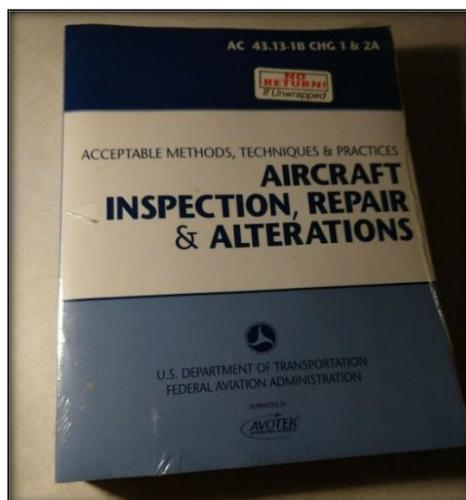


Figura 39. AC. 43-1B

3.9.5 Como indica el manual hay que revidar el material en la siguiente tabla antes de desarrollar la reparación con el método de soldadura de tungsteno (TIG) en el sistema de escape del motor continental O-200-A. .

Tabla 5
Clasificación de Materiales

GRUPOS	METALES
Grupo 1	Acero 4130
Grupo 2	Acero Inoxidable
Grupo 3	Aluminio
Grupo 4	Titanio

3.9.6 En la información general el AC.43-1B recalca que antes de realizar la reparación tener en cuenta que tipo de soldadura vas a realizar, que tipo de electrodo se va usar con su respectiva antorcha, que amperaje se va usar para la reparación y su respectiva corriente AC o DC. Al realizar el análisis se verifica que la parte es construida de acero con aleaciones de titanio como nos indica en AC.43-1B se puede usar un electrodo WT 10 hasta el WT 40 los cuales son usados para soldar materiales de acero, titanio, níquel y cobre siempre hay que tomar en cuenta que el diámetro del electrodo varia el amperaje a usarse y si la soldadora tiene corriente directa con polaridad inversa o polaridad directa por manual recomienda tener una frecuencia de 40amp. Para realizar la soldadura de tungsteno en el material encontrado.

Tomar en cuenta que la punta del electrodo debe estar bien afilada la cual tiene la función de iniciar el arco de soldadura de una manera súper fácil. Resaltando el AC.43-1B que la soldadura

TIG es la más usada en la aviación debido a que puede trabajar con las 2 corrientes eléctricas cumpliendo satisfactoriamente su trabajo. Después de tener listo y verificadas la primeras instrucciones se procede a realizar la reparación correspondiente que es en el sistema de escape del motor continental O-200-A teniendo en cuenta que el daño que se encontró tiene una dimensión menor $\frac{1}{4}$ de pulgada de la circunferencia total del diámetro del tubo comenzando a realizar en cada extremo una perforaciones de detención (stop drill) con una broca de número 40 o (0.098in) para evitar el crecimiento de daño.

CLASIFICACIÓN	COMPOSICIÓN	COLOR	CORRIENTE	SOLDA
WP	PURO	VERDE	AC	ALUMINIO Y MAGNESIO
W T 10	1 % THORIO	AMARILLO	DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE
W T 20	2 % THORIO	ROJO	DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE
W T 30	3 % THORIO	MORADO	DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE
W T 40	4 % THORIO	NARANJA	DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE
W Z 8	0.8 % ZIRCONIO	BLANCO	AC	ALUMINIO Y MAGNESIO
W L 10	1 % LANTANO	NEGRO	AC / DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO
W L 20	2 % LANTANO	AZUL	AC / DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO
W C 20	2 % CERIO	GRIS	AC / DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO
W S 2	TIERRAS RARAS	TURQUEZA	AC / DC	ACERO, NIQUEL, TITANIO, COBRE, ALUMINIO

Figura 40. Tipos de Electrodo de Tungsteno

Fuente: (AC.43-1B)

Realizando una soldadura con el debido cuidado y usando los equipos de protección. Al terminar la soldadura se tomó en cuenta realizar un cordón de soldadura equilibrado y cubriendo el daño y las perforaciones de detención. Realizar la limpieza del cordón de soldadura con herramientas que no causen el desprendimiento de la reparación y limpiando el área de trabajo de la parte afectada se ubican en el lugar adecuado las herramientas usadas para evitar daños al equipo o a las personas. Realizar la inspección de la reparación con los métodos de ensayos no destructivos para su certificación la que se realizó por inspección visual y líquidos penetrantes para evitar distorsiones en la reparación.

Se llena la documentación que respalda el trabajo, realizando un informe para la UGT por que el motor esta fuera de servicio, si el motor estuviera operativo hay que realizar el llenado de la bitácora de la aeronave, formato 337 informando todo el procedimiento, con sus manual correspondientes y firmado para certificar el trabajo. Verificación de reparación de soldadura de tungsteno (TIG) en el sistema de escape del motor continental O-200-A por el método de inspección visual usando espejo y linterna y adicional se realiza el método de líquidos penetrantes.



Figura 41. Cordón de Suelda

3.9.7 Después de realizar la última inspección limpiar del área de trabajo y recolección de herramientas del área de escape del motor continental O-200-A y coloca todas las partes removidas y adicional se reubican todos los accesos y colocar las nacelas en posición correcta.



Figura 42. Cierre de Accesos

3.10 Presupuesto

El presupuesto presentado en el anteproyecto era un presupuesto con valores promedios que rodeaba 1172 USD y no eran fijos, pero durante todo el tiempo en el que se desarrolló el proyecto tuvo una variación de incremento lo que ahora es 1505 USD.

3.11 Análisis de costos

Para la adquisición de la soldadura de tungsteno (TIG) y el traslado del equipo hasta la Unidad de Gestión de Tecnologías, compra de herramientas necesarias para ejecutar la tarea de mantenimiento se dividió en dos costos para su análisis.

3.12 Costos primarios

Materiales y Herramientas

3.13 Costos secundarios

- Elaboración de Textos.
- Trámites de solicitudes de graduación.
- Varios.

3.14 Costos primarios

Tabla 6

Costos Primarios

Material	Descripción	# De unid.	Precio unitario	Precio total
Soldadura de Tungsteno	Soldadura de Tungsteno	1	\$700	\$700
Flujo metro de Mercurio	Flujo metro de Mercurio	1	\$80	\$80
Manguera de Presión	10 metros de manguera de Presión	10 metros	\$8	\$80
Linterna	Linterna	1	\$20	\$20

CONTINÚA



Espejo de Inspección	Espejo de Inspección	1	\$10	\$10
Kit de Limpieza	Kit de Limpieza	1	\$30	\$30
Tanque de Argón	Tanque de Argón de 18 Litros	1	\$ 500	\$ 200
Juego de Brocas	Juego de Brocas de todas las medidas	1	\$25	\$25
			TOTAL	\$1145

3.15 Costos secundarios

Tabla 7
Costos Secundarios

DETALLE	VALOR
Tramites de Graduación	\$ 220
Movilizaciones	\$ 40
Elaboración de Textos	\$ 100
TOTAL	\$ 360

3.16 Costo total del proyecto de grado

Tabla 8*Costos Totales de Proyecto*

DETALLE	VALOR
Gastos Primarios	\$ 1145
Gastos Secundarios	\$ 360
TOTAL	\$ 1505

CAPÍTULO IV

4.1 Conclusiones

- Que antes de realizar cualquier tipo de reparación hay que realizar una buena inspección en el área que corresponda.
- Siempre verifique las instalaciones eléctricas donde se va a realizar el trabajo y pruebe el equipo para que pueda usar la corriente adecuada de la fuente ya que el equipo puede trabajar en función de 110 / 220 voltios.
- Siempre verifique que tipo de material se va a realizar la soldadura debido a que tiene diferentes procedimientos en acorde a electro y amperaje.
- Siempre mantenga el electro de tungsteno con la punta afilada como lo indica el manual para tener una mejor penetración cuando esté haciendo el procedimiento.
- Aplicando las instrucciones de manejo de distancia entre boquilla de tungsteno y la pieza que va a ser soldada para evitar cordones de soldadura mal hechos.

4.5 Recomendaciones

- Es importante el uso adecuado y la buena interpretación de los manuales de mantenimiento para el desarrollo de inspecciones, identificación de daños para usar en una reparación metálica.

- Siempre use equipos de protección personal antes de realizar un método de soldadura para evitar daños a las personas o al equipo.
- Siempre realice la inspección y reparación entre 2 personas debido a que los equipos y accesorios tienen demasiado peso.
- Si la reparación es muy grande es conveniente cambiar la pieza, de lo cual en el sistema de escape es factible realizar máximo 3 reparaciones de las cuales no sean en la misma zona debido a que se puede fatigar el material.
- Nunca suelde en climas adversos como lluvia porque podría provocar descargas eléctricas al operador.
- No transporte los equipos al mismo tiempo porque puede ocasionar golpes a los mismos o puede provocar lesiones a personas o la infraestructura.

GLOSARIO

AERONAVEGABILIDAD: Es una medida de la capacidad que tiene una aeronave para operar en condiciones seguras.

TUNGSTENO: Es un metal sólido plateado.

SOLDADURA: Unión de dos o más materiales

ANTORCHA: Utensilio alargado para alumbrar o guiar.

INSPECCIÓN: Inspección procede del latín inspección y hace referencia a la acción y efecto de inspeccionar (examinar, investigar, revisar). Se trata de una exploración física que se realiza principalmente a través de la vista.

GRIETA: Abertura alargada y con muy poca separación entre sus bordes.

RAYADURA: Línea larga y delgada que se hace de forma natural o artificial.

PERFORACIÓN: Agujero que deja un cuerpo algo que lo penetra o atraviesa.

S.R.M: Manual de Estructuras.

GTAW: Gas Tungsteno ArcWelding.

TIG: Tungsteno Inert Gas.

PSE: Principal Structural Elements.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENAS, JOSE MIGUEL ATEHORTUA. (2018). *INGENIERIA & ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS*. Fecha de recuperación 12-oct-2019. Obtenido de *INGENIERIA & ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS*: <https://www.josemiguelatehortua.com/j/privacy>
- ARENAS, JOSE MIGUEL ATEHORTUA. (s.f.). *INGENIERÍA & ESTRUCTURAS AERONÁUTICAS*. Fecha de recuperación 15-dec-2019. Obtenido de <https://www.josemiguelatehortua.com/practic-as-estandar/descifrando-el-srm/>
- ATEHORTUA, J. M. (s.f.). *INGENIERÍA & ESTRUCTURAS*. Fecha de recuperación 05-ene-2020. Obtenido de *INGENIERÍA & ESTRUCTURAS*: <https://www.josemiguelatehortua.com/practic-as-estandar/descifrando-el-srm/>
- CENDE NDT. (15 de 10 de 2015). *ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS*. Fecha de recuperación 10-ene-2020. Obtenido de <http://www.cendendt.com/acerca.html>
- Commons. (14 de 02 de 2006). *Commons*. Fecha de recuperación 05-ene-2020 Obtenido de Commons: https://es.commons.org/wiki/Soldadura_por_arco
- FLIGHT INTERNACIONAL. (30 de 01 de 2017). *MATERIALS OVERVIEW*. Fecha de recuperación 05-ene-2020. Obtenido de kimerius.com
- INGEMECÁNICA. (03 de 02 de 2020). Fecha de recuperación 15-ene-2020. *Técnica y Fundamentos de*. Obtenido de *Técnica y Fundamentos de*: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn52.html>
- PINTEREST. (01 de 01 de 2020). *EPP*. Fecha de recuperación 15-ene-2020. Obtenido de equiposdeproteccionpersonal.com
- PREZI. (17 de 04 de 2019). *PREZI*. Fecha de recuperación 18-ene-2020. Obtenido de <https://prezi.com/imvtr--w5p0b/herramientas-utilizadas-en-la-aviacion/>
- Southwest Airlines. (07 de 05 de 2018). *Inspecciones* . Fecha de recuperación 18-ene-2020. Obtenido de <https://sp.depositphotos.com/198086938/stock-photo-aircraft-surface-material-and-inspect.html>
- TECNOLOGÍAS, U. D. (2007). ADMISIÓN . Fecha de recuperación 18-ene-2020. *REGISTROS ITSA*.
- TELWIN S.P.A . (30 de 01 de 2000). *TELWIN*. Fecha de recuperación 18-ene-2020. Obtenido de TELWIN: <https://www.telwin.com/es/telwin-academy/saldatura/tig-welding/#>

ANEXOS



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor PERUGACHI
DÍAZ SANTIAGO DAVID.

En la ciudad de Latacunga a los 6 días de febrero del 2020

Aprobado por:

Tlgo. Edison Mauricio Granda Gualpa
DIRECTOR DE MONOGRAFÍA

Ing. Rodrigo Bautista

DIRECTOR DE CARRERA

Abg. Sarita Plaza

SECRETARIA ACADEMICA