



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA

TEMA: “REPARACIÓN ESTRUCTURAL DE LA AERONAVE
CESSNA A37B DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE
TECNOLOGÍAS”

AUTORA: PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA

Trabajo de Graduación previo a la obtención del título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
AVIONES

LATACUNGA, FEBRERO 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por la Srta. PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA, como requerimiento previo a la obtención del Título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.

Tlgo. Isaac Isaías Sandoval acuña

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “REPARACIÓN ESTRUCTURAL DE LA AERONAVE CESSNA A37B DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la biografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de grado en mención.

Latacunga, Febrero del 2015

PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA.

C.C.: 172598599-6

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTORIZACIÓN

Yo, PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo "REPARACIÓN ESTRUCTURAL DE LA AERONAVE CESSNA A37B DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS", cuyo contenido, ideas y criterios son de exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Febrero del 2015

PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA.

C.C.: 172598599-6

DEDICATORIA

A mis padres:

Que fundaron en mí las bases necesarias para poder luchar por mis sueños y no darme por vencida frente a las adversidades de la vida y hacer de mí una persona con el valor más importante de la vida, la humanidad.

A ellos dedico este trabajo fruto de sus esfuerzos y el apoyo incondicional.

PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre por darme el mejor regalo del mundo la vida, a mi padre por dejarme al cuidado de la mejor madre y un nunca dejar de apoyarme de todas las maneras posibles y principalmente le agradezco a Dios por regalarme todos mis sentidos para poder admirar el mundo, para poder escuchar los sonidos más melódicos, para poder expresarme libremente, para poder tocar los objetos que llamaban mi atención, también agradezco a mis hermanos con los cuales pase los mejores años de mi vida cuidando de mí y siendo cómplices en nuestras travesuras.

También quiero agradecer a la Unidad de Gestión de Tecnologías por abrirme sus puertas y permitir formarme profesionalmente, a mis maestros que con paciencia siempre me alentaron a seguir adelante y compartieron sus conocimientos con todos nosotros sin excepción alguna.

PILLAJO CANTUÑA AIDA LORENA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xv
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
CAPÍTULO I	17
EL	TEMA
17	
1	
1.1 Antecedentes	17
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 Alcance	4
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 Historia	4
2.2 Descripción	6
2.3 Fuselaje	8

2.3.1 Tipo Truss.....	8
2.3.2 Tipo Monocasco.....	9
2.3.2.1 Monocasco.....	9
2.3.2.2 Semimonocoque	10
2.4 Sujetadores.....	11
2. 5 Remaches.....	14
2.5.1 Tipos de Remaches	14
2.5.1.1 Cabeza universal (AN 470).....	15
2.5.1.2 Cabeza embutida o perdida (AN 426).....	15
2.5.2 Remaches Especiales	17
2.5.2.1 Remaches Cherry	17
2.5.2.2 Remache Ciegos	18
2.5.2.3 Remaches explosivos Du Pont	18
2.5.2.4 Tuerca Remache	18
2.5.2.5 Remache Hi-Shear	19
2.6 Simbolización de los Remaches	21
2.7 Designaciones para el tratamiento de los remaches	22
2.8 Dimensiones de los Remaches	23
2.8.1 Separación de los Remaches	24
2.8.2 Borde de Distancia.....	26
2.8.3 Paso de Remache	27
2.8.4 Paso de Hileras.....	27
2.8.5 Cálculo de Número de Remaches	28
2.8.5.1 Largo de Rotura (L).....	28
2.8.5.2 Espesor del Material (T).....	28
2.8.5.3 Resistencia del esfuerzo cortante (S)	28

2.8.5.4 Resistencia al Apoyo (B).....	29
2.9 Remaches necesarios para una reparación	30
2.10 Dimensiones mínimas de los Remaches	32
2.11 Pistolas de remachar	33
2.12 Útiles.....	35
2.13 Búterola	36
2.14 Taladros.....	39
2.15 Doblez.....	41
2.15.1 Doblez en línea recta	41
2.15.2 Radio de la curvatura.....	42
2.15.3 Margen de dobléz	42
2.15.4 Retroceso (set back).....	45
2.15.5 Línea visual o de doblamiento	46
2.16 Reparaciones de Revestimientos	47
2.16.1 Parche octogonal.....	48
2.16.2 Parche circular	48
2.17 Daño	50
2.17.1 Clases de Daños.....	50
2.17.2 Tipos de Daños.....	51
2.18 Corrosión	52
2.18.1 Tipos de Corrosión.....	52
2.18.2 Causas de la corrosión	56
2.18.2.1 Ácidos y álcalis	56
2.18.2.2 Sales.....	56
2.18.2.3 Mercurio.....	56
2.18.2.4 Agua	57

2.18.2.5 Aire	57
2.18.2.6 Crecimiento microbial	57
2.19 Técnicas de inspección de corrosión	58
2.19.1 Inspección visual.....	58
2.19.2 Inspección con líquidos penetrantes.....	58
2.19.3 Inspección ultrasónica	59
2.19.3.1 Método de pulso-eco	59
2.19.3.2 Método de resonancia	60
2.19.4 Rayos X	61
CAPÍTULO III.....	62
DESARROLLO DEL TEMA	62
3.1 Información General	62
3.2 Investigación de daños	64
3.3 Evaluación de daños por corrosión.....	67
3.4 Corrosión en áreas propensas.....	68
3.5 Enmascaramiento	70
3.6 Remoción de pintura.....	72
3.6.1 Extracción mecánica de pintura	72
3.6.2 Remoción Química	73
3.7 Remoción y tratamiento de la corrosión.....	77
3.8 Control de la corrosión.....	79
3.8.1 Limpieza	79
3.8.2 Películas inhibidoras	79
3.8.3 Uniones por traslape de pieles.....	80
3.9 Procedimientos para quitar remaches	80
3.10 Colocación de los Remaches cherry.....	81

3.11 Colocación de los remaches Embutidos	83
3.12 Elaboración de parche	85
3.12.1 Metodología	85
3.12.2 Procedimiento	86
3.12.3 Elaboracion de reparaciones de policarbonato	87
3.13 Acabado de la superficie.....	92
3.13.1 Preparación de la superficie	93
3.13.2 Preparación.....	94
3.13.3 Pre-pintado	95
3.13.4 Pintado.....	95
3.13.5 Pulverizado Aerográfico	96
3.14 Señalización	98
3.15 MANUAL DE MANTENIMIENTO	99
CAPITULO IV.....	102
CONCLUSIONES	102
RECOMENDACIONES.....	102
GLOSARIO DE TÉRMINOS	103
ANEXOS.....	110

ÌNDICE DE FIGURAS

CAPÌTULO II

Figura 2. 1. Aeronave A37B.....	7
Figura 2. 2. Fuselaje tipo Truss.....	9
Figura 2. 3. Fuselaje Monocasco	10
Figura 2. 4. Fuselaje Semimonocoque	11
Figura 2. 5. Sujetador para plancha metálica	12
Figura 2. 6. Partes de un sujetador de planchas metálicas	12
Figura 2. 7. Colocación del sujetador.....	13
Figura 2. 8. Disposición del sujetador	14
Figura 2. 9. Tipos de Remaches	16
Figura 2. 10. Remaches Cherry	17
Figura 2. 11. Remaches Du Pont.....	18
Figura 2. 12. Tuerca remache.....	19
Figura 2. 13. Preparación para instalar un remache Hi-Shear con	19
Figura 2. 14. Colocación de la pistola de remachar y el collar de retención	20
Figura 2. 15. Colocación del collar en su alojamiento.....	20
Figura 2. 16. Acabado y adaptación del collar	21
Figura 2. 17. Remache Hi-Shear colocado	21
Figura 2. 18. Remaches para plancha de aluminio.....	23
Figura 2. 19. Separación entre remaches.....	24
Figura 2. 20. Paso e Intervalo	25
Figura 2. 21. Determinación de la longitud del remache	25
Figura 2. 22. Distancia correcta e incorrecta del Borde	26
Figura 2. 23. Paso de remache y de Hilera.....	27
Figura 2. 24. Esfuerzo cortante al que se encuentra sometido un remache	30
Figura 2. 25. Número de remaches requeridos en las juntas de	32
aleaciones de aluminio	
Figura 2. 26. Dimensiones mínimas de los remaches	33
Figura 2. 27. Remachadoras Neumáticas.....	34
Figura 2. 28. Búterola útiles para remachado	35
Figura 2. 29. Búterolas.....	36

Figura 2. 30. Búterolas extensibles.....	37
Figura 2. 31. Colocación de un remache	37
Figura 2. 32. Remaches mal colocados.....	38
Figura 2.33. Características de las brocas.....	39
Figura 2. 34. Forma de sostener un taladro	40
Figura 2. 35. Taladros correctos e incorrectos.....	40
Figura 2. 36. Cuerpos extraños dispuestos entre las planchas a remachar	41
Figura 2. 37. Margen de dobléz, Doblez de 90°	45
Figura 2. 38. Retroceso, Angulo de 90°	46
Figura 2. 39. Línea visual o de Doblamiento.....	47
Figura 2. 40. Parche Octogonal o Alargado	48
Figura 2. 41. Parche Circular de dos Hileras	49
Figura 2. 42. Parche Circular de tres Hileras	49
Figura 2. 43. Biselado y doblamiento del borde del parche	50

CAPÍTULO III

Figura 3. 1. Diagrama de estaciones aeronave A37B.....	63
Figura 3. 2. Ala en voladizo	64
Figura 3.3. Tapas de inspección dañada	64
Figura 3. 4. Broches rotos y/o doblados	65
Figura 3. 5. Remaches salidos y tornillos defectuosos	65
Figura 3. 6. Antes y después de un área enderezada	66
Figura 3. 7. Rayones en la pintura	66
Figura 3. 8. Daños por corrosión.....	67
Figura 3. 9. Sujetadores corroídos.....	68
Figura 3. 10. Corrosión en traslapes.....	69
Figura 3. 11 Perno corroído	69
Figura 3. 12. Corrosión en la caja del tren de aterrizaje	70
Figura 3. 13. Papel barrera.....	71
Figura 3. 14. Aeronave enmascarada.....	71
Figura 3. 15. Áreas compuestas de fibra de vidrio.....	73
Figura 3. 16. Hidrolavadora	74
Figura 3. 17. Aplicación de removedor de pintura.....	75

Figura 3. 18. Efecto del removedor de pintura	75
Figura 3. 19. Remoción de pintura.....	76
Figura 3. 20. Pintura muy adherida.....	76
Figura 3. 21. Aplicación de emulsión limpiadora.....	77
Figura 3. 22. Daño por corrosión antes de ser trabajado.....	77
Figura 3. 23. Depresión después de eliminación de la corrosión.....	78
Figura 3. 24. Después de repartir la mezcla	78
Figura 3. 25. Anticorrosivo	80
Figura 3. 26. Taladrado de remaches	81
Figura 3. 27. Botadores	81
Figura 3. 28. Agujeros para remaches nuevos	82
Figura 3. 29. Remachado de remaches cherry	82
Figura 3. 30. Avellanado	83
Figura 3. 31. Pistolas de remachar	84
Figura 3. 32. Remachado	84
Figura 3. 33. Trazado de círculos	85
Figura 3. 34. Corte de círculos.....	86
Figura 3. 35. Parche circular	87
Figura 3. 36. Planchas de policarbonatos.....	88
Figura 3. 37. Corte de micas.....	88
Figura 3. 38. Celdas de combustible.....	89
Figura 3. 39. Borde de ataque	89
Figura 3. 40. Moldeado de micas.....	90
Figura 3. 41. Tapas de inspección	91
Figura 3. 42. Tanque de combustible.....	91
Figura 3. 43. Montaje de micas.....	92
Figura 3. 44. Enmascarado para el acabado	93
Figura 3. 45. Lijado	94
Figura 3. 46. Primera capa de pintura.....	95
Figura 3. 47. Acabado final de la aeronave	97
Figura 3. 48. Señalización	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ficha técnica de la Aeronave A37B	7
---	---

RESUMEN

La reparación estructural de la aeronave CESSNA A37B surge con la necesidad de contar con materiales de aprendizaje para los alumnos con el fin de optimizar el aprendizaje de los mismos, además para poder elegir este proyecto como tema previo a obtener mi título profesional se realizó las debidas investigaciones y encuestas a los alumnos para saber cuáles son sus necesidades y poder en parte llenar ese vacío, tomando en cuenta que este tipo de materiales no son únicamente útiles para los alumnos sino para los maestro e incluso para la institución. Una vez realizados todos los procedimientos debidos se estableció que el proyecto es factible por lo que se procedió a establecer el problema sin perder de vista los objetivos de este proyecto entonces se inició con el mismo, para trabajar en esta aeronave es necesario contar con un manual y como se estableció en el tema realizaremos una reparación siguiendo los debidos procedimientos y como es una reparación el debido manual es el SRM que es un manual no customizado esto quiere decir que el mismo se puede usar en cualquier aeronave de la misma flota ya que en este manual podemos encontrar los diferentes trabajos estructurales que se le pueden realizar a una aeronave para una reparación. Una vez establecidos los diferentes trabajos que necesita la aeronave y escogidos los procedimientos adecuados se procede a la adquisición de la materia prima que se usará en los diferentes trabajos para la reparación de la aeronave.

Palabras clave: Reparación, Cessna A37B, Material, SRM.

SUMMARY

The structural repair of the aircraft CESSNA A37b arises with the need for learning materials for students to optimize learning thereof, in addition to choosing this project as a prior issue obtain my professional title proper is performed research and surveys to students to know what your needs and partly fill this gap, considering that these materials are not only useful for the students but for the teacher and even the institution. Once all proper procedures been established that the project is feasible so proceeded to establish the problem without losing sight of the objectives of this project then began there with, to work on this aircraft is needed manual and as stated in the subject will make reparations following the proper procedures and as a repair due manual is the SRM is a manual not customized this means that it can be used on any aircraft of the same fleet as in this manual can find the different structural work will be performed a tan aircraft repair. Once established the different jobs that need the aircraft and chosen the proper procedures are applicable to the acquisition of raw materials to be used in the different works to repair the aircraft.

Keywords: Repair, Cessna A37b, Material, SRM.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

Dentro de la carrera de mecánica aeronáutica se encuentran diferentes materias tanto generales como de especialidad como es la de estructuras que por medio del SRM podemos realizar reparaciones estructurales, pinturas, soldaduras, mantenimiento correctivo etc. son formas de demostrar o poner en práctica lo aprendido en institución y a la vez es una manera de ayudar a los futuros estudiantes de la carrera que pueden hacer uso de los trabajos realizados cada vez que lo requieran, al mismo tiempo

se trata de colaborar con la complementación del laboratorio de mecánica que poco a poco en conjunto con sus autoridades y alumnos están poniendo a disposición de los alumnos material didáctico para que ellos puedan aprender más y despejen las dudas que muchas veces se generan al aprender únicamente en papeles o digitalmente.

El proyecto desde varios puntos de vista es algo simple pero con él se evidenciará la calidad de trabajos que se realizan en un avión, como por ejemplo colocar un parche es un trabajo donde se realizan varios cálculos, además con este avión los estudiantes podrán percibir físicamente una aeronave y sus partes básicas que curiosamente son indispensables al momento del vuelo, por otro lado no pretendo que mi proyecto sea nombrado pero tampoco pase desapercibido, mis expectativas son que los compañeros tomen mi trabajo para su beneficio, interactúen con la aeronave, trabajen en ella sin la preocupación de dañarla ya que será propia de la institución y no como es el caso de cosas que pertenecen a otras instituciones y los alumnos deben conformarse con solo observarlas.

1.2 Planteamiento del Problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías posee una aeronave “Cessna A37B”, la cual se encuentra fuera de operación y debido a que esta aeronave ya no cumplirá con su objetivo que es el de volar, se ha visto la necesidad de darle otro fin, la reparación estructural de la aeronave Cessna A37B, para poder disponer de una maqueta didáctica.

1.3 Justificación

La reparación de esta aeronave servirá como material didáctico para los alumnos, se pretenden que la institución y los estudiantes la usen como

apoyo para la instrucción tanto interna como externa de una aeronave adquiriendo de esta manera el conocimiento de la superficies de una aeronave, su composición estructural, la operación se sus sistemas con los cuales el alumno podrá experimentar e interrelacionarse con el módulo didáctico, de características actualizadas y modernas, contribuyendo al mejoramiento del desempeño académico de los educandos, docente y personal vinculado directamente a la carrera de Mecánica Aeronáutica.

La institución debe tomar en cuenta que la falta de material de aprendizaje no solo afecta al intelecto de los alumnos sino también con la integridad y la categoría de la misma por lo que debe ir a la par con el avance tecnológico y las iniciativas de los estudiantes con respecto a la implementación de más material didáctico para los laboratorios.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Reparar estructuralmente la aeronave CESSNA A37B con los debidos procedimientos que manda el SRM, para la capacitación practica de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Inspeccionar el fuselaje dela aeronave A37B para identificar los daños estructurales que se han formado.
- Escoger el material más idóneo según factores técnico-económicos que servirá para las reparaciones estructurales y adquirirlo.

- Analizar el SRM para establecer los debidos procedimientos con el respectivo daño.
- Ejecutar los procedimientos que determine el SRM a fin de reacondicionar la estructura de la aeronave.

1.5 Alcance

El presente trabajo se encuentra destinado de manera particular a la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones, al laboratorio de la misma, así como a docentes, alumnos y todos aquellos que estén relacionados con la especialidad, con el fin de contribuir con la instrucción práctica, una vez reparada se usará como método de práctica y entrenamiento para los alumnos, efectivizando el proceso de enseñanza y aprendizaje académico-practico, mejorando su capacidad para efectuar reparaciones estructurales en el fuselaje y perfeccionándolo en el campo profesional a la salida de esta institución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia

A comienzos de la década de los 50, la USAF deseaba contar con un entrenador a contrainsurgencia, para lo cual propició un concurso de diseño, ganado por la compañía Cessna, que construyó dos prototipos bajo la designación TWEET o SUPER TWEET (el Excelente Pío Pío) y el DRAGONFLY, el avión era un birreactor de construcción totalmente metálica, con asientos lado a lado para el alumno y el instructor, el Dragonfly tuvo un interesante protagonismo durante la Guerra de Vietnam.

Al inicio del programa de evaluación surgieron una serie de sorpresivas deficiencias, como fue la falta de alcance y autonomía. Otra de las preocupaciones iniciales fueron los mandos demasiado pesados y la vulnerabilidad que presentaba ante la falta de un sistema redundante de mando del avión.

Se le hicieron modificaciones en las superficies de vuelo para mejorar su maniobrabilidad, así como elementos de supervivencia para las tripulaciones. Se incluyeron mandos dobles, lo más lejos posible uno del otro, asientos eyectables blindados, tapizado interior en un entramado de nylon (similar al kevlar de hoy) y espumas sellantes en los tanques de combustible. Otra de las cosas que se le agregó al avión, fue una sonda en la nariz para repostar combustible en vuelo, la cuestión es que al final de trabajar en esas deficiencias, surgió un avión más fuerte, una larga vida hasta 4.000 horas, aunque la experiencia demostraría que podría tolerar hasta 7.000 h.

El 2 de mayo de 1967 comenzaron las entregas a la USAF, y en el segundo semestre de 1967 fue enviado un primer destacamento de 25 unidades bajo el nombre de: "Dragon Combat System" a efectos de ser evaluado por el Comando Aéreo en misiones de apoyo aéreo directo, escolta de helicópteros, controlador aéreo avanzado e investigación nocturna.

A finales de 1977 cuando finalizó la producción se habían entregado 577 A-37B, habiéndose suministrado también a otras Fuerzas Aéreas, como Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Corea del Sur, Perú, Tailandia, Republica Dominicana y Uruguay, satisfaciendo muy bien las necesidades de un avión simple, bajo costo, y efectivo contra la guerra insurgente.

En nuestro país cumplen misiones de patrullaje territorial, siendo una aeronave ideal para mantener a nuestras tripulaciones de combate entrenadas en maniobras de defensa aérea.

2.2 Descripción

Avión de ataque ligero, de ala recta para tener buen performance de vuelo a baja altitud, el avión era un birreactor de construcción totalmente metálica, biplaza con asientos lado a lado para el alumno y el instructor, de construcción resistente para poder mantenerse volando en caso de recibir ataques desde tierra, en las misiones de penetración profunda volando a baja altitud sobre territorio enemigo y para el respaldo de tropas desde el aire.

La planta motriz consistía en dos motores General Electric J85-GE-17A de 2.850 libras de empuje, colocados en las raíces de las alas con una orientación ligeramente hacia abajo a efectos de que fuera fácilmente maniobrable, eso permitió a los pilotos utilizarlo de esa manera a efectos de aumentar la autonomía del avión bajo ciertas condiciones.

Los estabilizadores estaban montados por encima del mismo en una posición un tercio aproximadamente por encima de la deriva, para evitar que el escape de los reactores perjudicara el flujo de aire sobre los mismos y mandos dobles, lo más lejos posible uno del otro.

Dos asientos eyectables blindados, tapizado al interior en un entramado de nylon (similar al kevlar) estratificado en lugar del blindaje y alrededor de la cabina con el objeto de proveer alguna protección contra fuego antiaéreo.

Constituidos por espumas sellantes en los tanques de combustible además contaban con tanques suplementarios de combustible.

Las cañerías iban alrededor de la cabina, en su parte más bajas. Hay que tener en cuenta que eso fue una novedad, ya que tradicionalmente los aviones de ataque de la USAF solo lo hacían por medio de mangueras.

Tenía una aviónica avanzada, un tablero de instrumentos rediseñado para volar mejor, además contó con un sistema anti-descongelante, dos cámaras fotográficas, equipos de navegación y comunicaciones los más modernos de la época, lo que le permite volar en todo tipo de condiciones meteorológicas.

Posee 8 soportes subalares que pueden transportar diversos tipos de armamento o tanques de combustible para aumentar su autonomía, bombas de alto poder, dispensador de municiones en racimo, cohetes no guiados, bombas incendiarias “napalm” y las barquillas SUU-11/A de Minigun.

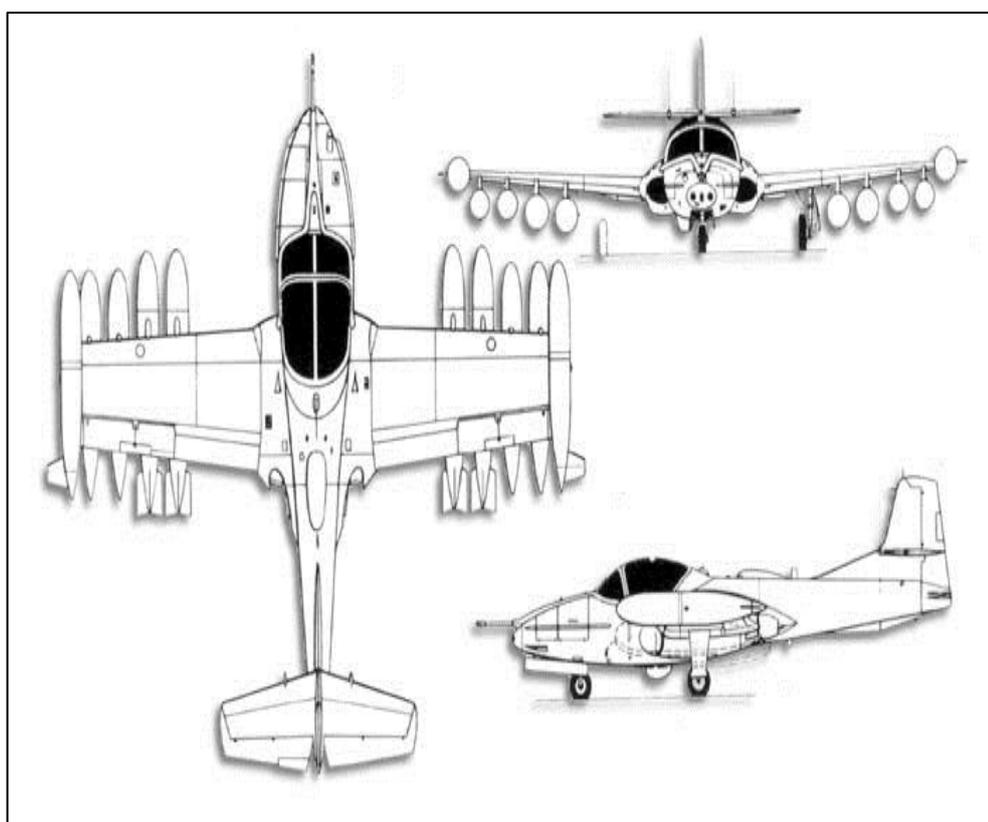


Figura 2. 1. Aeronave A37B

Fuente: SRM A37B

Tabla 1: Ficha técnica de la Aeronave A37B

FICHA TÉCNICA		
1	Denominación	CessnaA-37B Dragonfly.
2	Tipo	Biplaza de ataque ligero y reconocimiento.
3	Origen	Estados Unidos.
4	Fabricante	Cessna Aircraft Company
5	Motor	2 Turboreactores General Electric J-85-17A.

6	Potencia	2.850 lb de empuje cada uno
7	Envergadura	10,93 mts.
8	Longitud	8,62 mts.
9	Velocidad	816 kms/h
10	Autonomía de vuelo	3 h.
11	Peso	6.350 kgs.
12	Techo Serv.	12.730 mts.
13	Tripulantes	2
14	Pasajeros	No
15	Armamento	1 Ametralladora Minigun GAU-2B/A 7.62 mm. Bombas Mk-82. Contenedores de Cohetes LAU-32/A 70 mm.

2.3 Fuselaje

El fuselaje es la estructura principal o cuerpo de la aeronave. Proporciona espacio para carga, controles, accesorios, pasajeros, y otros equipos. En los aviones de un solo motor, este se encuentra en el fuselaje. En los aviones multimotor, los motores pueden estar unidos al fuselaje o suspendido de la estructura del ala. Hay dos tipos generales de la construcción del fuselaje:

2.3.1 Tipo Truss

Truss (entramada o fuselaje cercha), una Truss es una estructura rígida formada por miembros, como vigas, puntales, y bares para resistir la deformación por las cargas aplicadas. El fuselaje cercha de madera se cubre generalmente con tela.

El marco del fuselaje de tipo cercha generalmente está construida de tubos de acero soldados entre sí de tal manera que todos los miembros de la armadura puede llevar tanto cargas de tensión y compresión. En algunos

aviones los marcos de fuselaje se pueden ser construidos de aleación de aluminio y puede ser remachada o atornillada en una sola pieza, con refuerzo transversal mediante el uso de barras macizas o tubos.

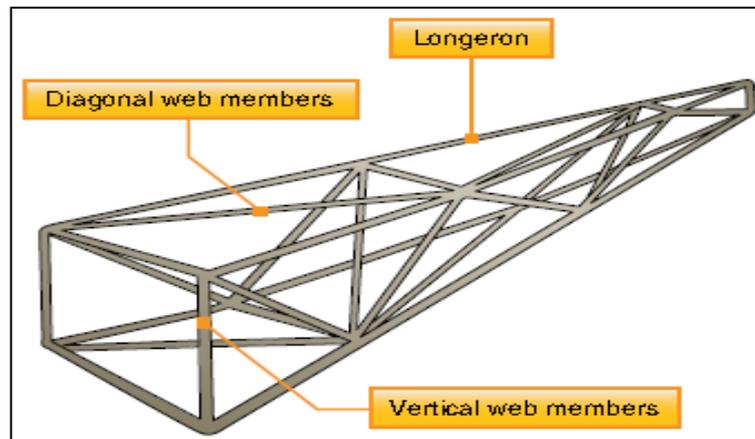


Figura 2. 2. Fuselaje tipo Truss

Fuente: Airframe vol.1

2.3.2 Tipo Monocasco

El monocasco (single Shell) es un fuselaje que se basa en gran medida en la fuerza de la piel para soportar las cargas primarias. El diseño se puede dividir en dos clases:

2.3.2.1 Monocasco

Ciertamente la construcción monocasco utiliza formadores, marcos y mamparos para dar forma al fuselaje.

Los elementos estructurales más pesados son situados a intervalos para llevar cargas concentradas y en los puntos donde se utilizan los accesorios para fijar otras unidades tales como alas, centrales eléctricas y estabilizadores. Como no hay otros miembros de arriostamiento, la piel debe llevar los esfuerzos primarios y mantener el fuselaje rígido. Por lo tanto, el mayor de los problemas en la construcción monocasco es mantenerse con suficiente fuerza mientras se mantiene el peso dentro de los límites permitidos.

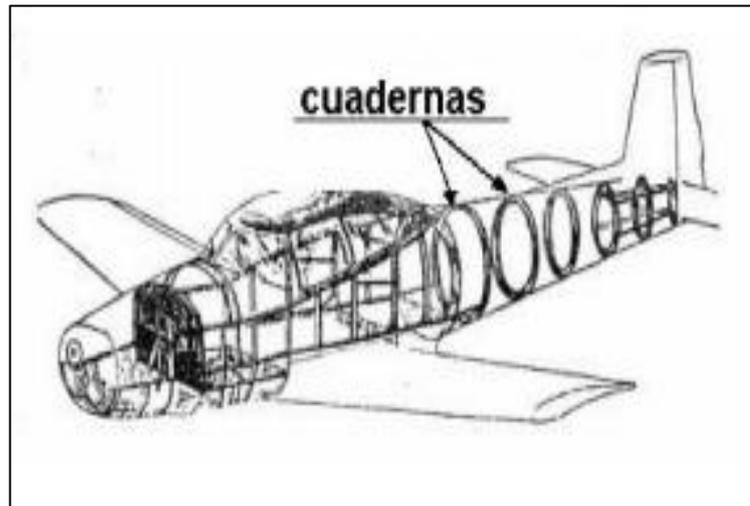


Figura 2. 3. Fuselaje Monocasco

Fuente: <https://kadamaan.blogspot.com>

2.3.2.2 Semimonocoque

Para superar el problema de fuerza /peso de la construcción monocasco, se desarrolló una modificación llamada semimonocoque, también consta de marco, mamparos, y formadores como se utiliza en el diseño monocasco sino que, además la piel se ve reforzada por miembros longitudinales llamados largueros. Los largueros se extienden a través varios elementos de la estructura y ayuda a la piel principalmente a soportar cargas de flexión. Por lo general son de aleación de aluminio ya sea de una sola pieza o una construcción edificada.

También se utilizan larguerillos en el fuselaje semimonocoque. Estos miembros suelen ser más numerosos y más ligeros en peso que los largueros. Vienen en una variedad de formas y se hacen generalmente de una sola pieza de aleación de aluminio y extrusiones de aluminio formado.

Los larguerillos tienen cierta rigidez pero se utilizan principalmente para dar forma y para la fijación de la piel. Largueros y larguerillos juntos impiden la tensión y la compresión que flexionan el fuselaje.

El fuselaje semimonocoque se construye principalmente de aleaciones de aluminio y magnesio, aunque el acero y el titanio se encuentran a veces en zonas de altas temperaturas. Individualmente, ninguno de los componentes antes mencionados es lo suficientemente fuerte como para soportar las cargas impuestas durante el vuelo y aterrizaje. Pero, cuando se combinan, estos componentes forman un marco sólido y rígido. Esto se logra con remaches, tornillos, tuercas y tornillos e incluso soldadura.

Diferentes porciones del mismo fuselaje pueden pertenecer a cualquiera de las dos clases, pero la mayoría de los aviones modernos son considerados construcción tipo semimonocoque.

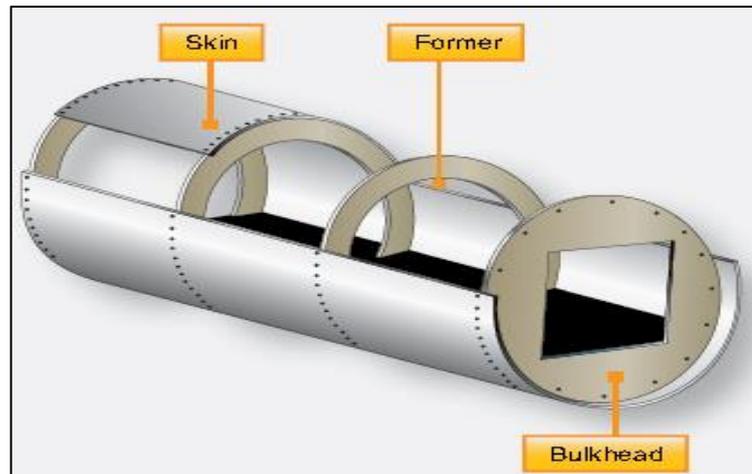


Figura 2. 4. Fuselaje Semimonocoque

Fuente: Airframe vol. 1

2.4 Sujetadores

Uno de los más convenientes y provechosos útiles ideados para unir planchas metálicas son los sujetadores, construidos de formas y tamaños diversos. Pero cuyo uso corriente está limitado actualmente a muy pocas variedades. Un tipo muy difundido es el construido por la Wedglock Company, cuya disposición interior se da en la figura 2.5.



Figura 2. 5. Sujetador para plancha metálica

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

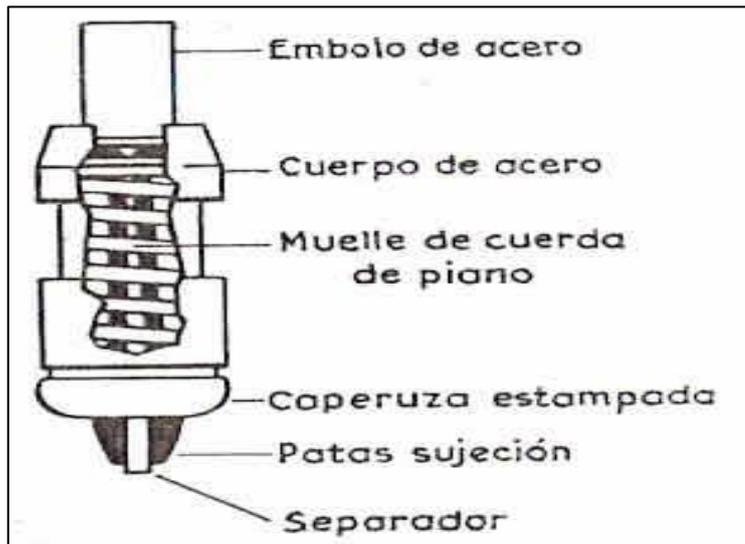


Figura 2. 6. Partes de un sujetador de planchas metálicas

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

Su objeto es el de mantener en su posición mutua las planchas durante la operación de taladrar o remachar y consiste en un cuerpo de acero mecanizado, en el que se encuentran montados el émbolo, el muelle, las patas de retención y el separador.

Cuando se empuja el émbolo mediante unas tenazas de apriete, las patas salen fuera del separador y se reduce su diámetro para permitir su entrada en un taladro de dimensiones adecuadas en la forma que se indica en la figura 2.7. Cuando se aflojan las tenazas, las patas retroceden. Resbalando sobre el separador y se separan para quedar aprisionadas en los lados del taladro como puede verse. Siguiendo un proceso inverso se retira el sujetador.

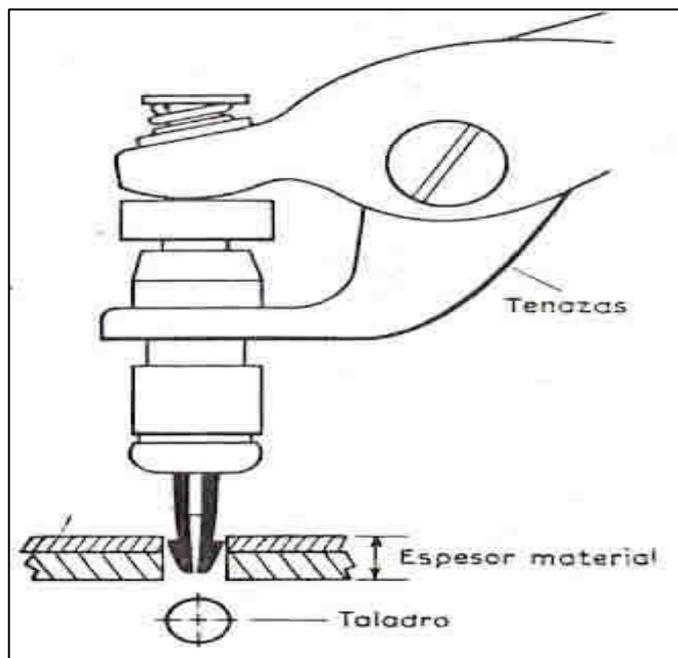


Figura 2. 7. Colocación del sujetador

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

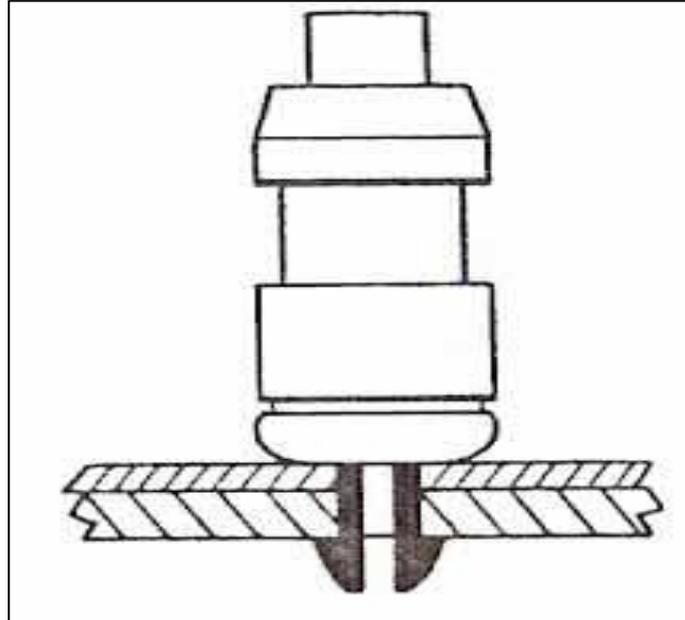


Figura 2. 8. Disposición del sujetador

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2. 5 Remaches

Un remache es una punta o varilla de metal con una espiga cilíndrica y una cabeza, utilizada para mantener unidas dos o más piezas metálicas. Las piezas a unir tienen agujeros taladrados de diámetros adecuados en los que se introduce la espiga del remache. Un extremo del remache tiene la cabeza formada previamente por el constructor, cuyo tamaño está proporcionado a las necesidades de su aplicación.

2.5.1 Tipos de Remaches

En el pasado hubo muchos tipos diferentes de remaches empleados en la construcción de aviones, pero a consecuencia de la normalización en la industria quedaron reducidas a dos.

2.5.1.1 Cabeza universal (AN 470)

El remache de cabeza universal (AN 470) se emplea en el interior de las estructuras de aviones donde no es necesario utilizar remaches especiales y en superficies exteriores en las que no es crítica la fricción superficial. La cabeza de este tipo de remache está concebida para combinar las cualidades de resistencia de los antiguos remaches de cabeza de gota de sebo, redonda y plana; tiene aproximadamente doble diámetro que la espiga y está ligeramente aplanada en su parte superior.

2.5.1.2 Cabeza embutida o perdida (AN 426)

El remache de cabeza embutida (AN-426) es el que tiene la cabeza plana y achaflanada hacia la espiga, de modo que puede montarse en un taladro embutido o avellanado. Cuando está colocado, la parte plana de su cabeza enrasa con la superficie exterior. El chaflán o bisel, de la parte inferior de la cabeza, este último es el más empleado por los constructores. Los remaches de cabeza perdida son empleados siempre que es necesario presentar una superficie lisa, bien porque es preciso instalar otro material encima de sus cabezas, o bien porque el recubrimiento exterior del avión debe presentar una resistencia al avance lo más reducida posible. Indudablemente el mecánico encontrará algunas estructuras de aviones en las que hayan empleado remaches de los tipos más antiguos y por esta razón, se hace a continuación una breve referencia a ellos.

	Cabeza redonda	Cabeza plana	Cabeza embutida	Gota de sebo (calderería)	Cabeza embutida	Gota de sebo (calderería)	Universal
A 2 S Sin marca	AN430A* 	AN442A* 	AN426A 100° 	AN455A* 	AN425A* 78° 	AN456A* 	AN470A
AD A17ST Punzonado	AN430AD* 	AN442AD* 	AN426AD 100° 	AN455AD* 	AN425AD* 78° 	AN456AD* 	AN470AD
D 17ST Punto en relieve	AN430D* 	AN442D* 	AN426D 100° 	AN455D* 	AN425D* 78° 	AN456D* 	AN470D
DD 24ST Guión doble en relieve	AN430DD* 	AN442DD* 	AN426DD 100° 	AN455DD* 	AN425DD* 78° 	AN456DD* 	AN470DD
B 56S Cruz en relieve	AN430B* 	AN442B* 	AN426B 100° 	AN455B* 		AN456B* 	AN470B
C Cobre Sin marca	AN435C 	AN441C 	AN427C 100° 	AN420C 90° 	← Cabeza embutida		
F Acero inoxidable Sin marca	AN435F 		AN427F 100° 				
M MONEL Sin marca	AN435M 	AN441M 	AN427M 100° 				
Acero Triángulo refundido	AN435 	AN441 	AN427 100° 	AN420 90° 	← Cabeza embutida		

*AN470 Sustituye a AN430, AN442 AN455 & AN456 en mayor parte de aplicaciones
 *AN425 No aplicado
 —Ejemplo : AN-470-AD-4-8
 AN— Cuando estas letras preceden a los números señalan especificaciones de U.S.Navy y U.S.Army.
 470— Los tres primeros números indican el tipo de cabeza : 470 Cabeza universal; 430 cabeza redonda, etc.
 AD— Las letras que siguen al tipo de cabeza indican el material : A aluminio 2S, etc.
 4— Los primeros números después del material señalan el diámetro del remache en 1/32 de pulgada (en mm multiplicando por 25,4) Ejemplo 4 = 4/32" (= 3,18 mm), etc.
 8— Los últimos números hacen referencia a la longitud del remache en 1/16 de pulgada (en mm multiplicado por 25,4). Ejemplo 8 = 8/16" (= 12,7 mm).

Figura 2. 9. Tipos de Remaches

Fuente: Grupo ARACU aviación experimenta

2.5.2 Remaches Especiales

Además de los corrientes, existen tipos especiales empleados en aquellos puntos donde no pueden adaptarse los normalizados por causa de su diseño o porque deben poseer características especiales de resistencia.

Los remaches normalizados no pueden cubrir todas las exigencias de fabricación y resistencia en la construcción de aviones y por ello se impone la necesidad de utilizar una gran variedad de tipos especiales diseñados para fines específicos. Es tan pronunciada esta necesidad que algunos fabricantes han montado organizaciones dedicadas enteramente al diseño y fabricación de remaches especiales.

2.5.2.1 Remaches Cherry

Fabricados por la Cherry Rivet Co., asociada de la Townsend Co., son huecos, con una espiga extensible insertada en su parte central. La espiga del remache se introduce en el taladro cuidadosamente realizado y después se hace que se ensanche y trabe con fuerza en el material. Los tipos corrientes, son dos: el auto-obturador y el hueco.

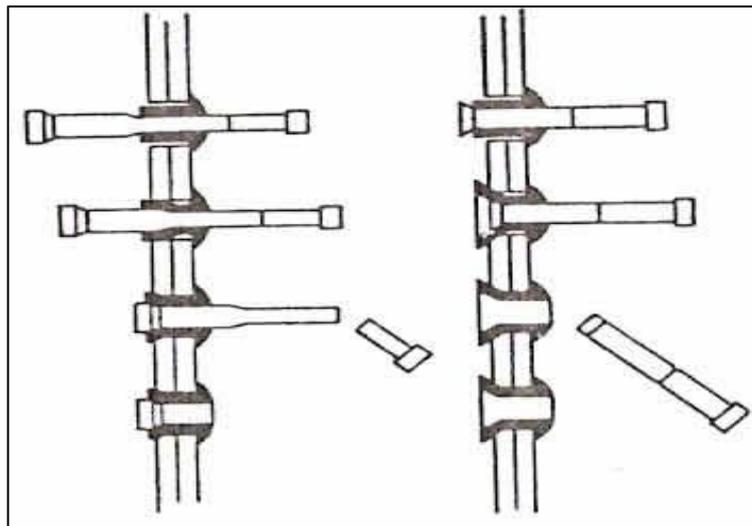


Figura 2. 10. Remaches Cherry

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.5.2.2 Remache Ciegos

Son los ideales especialmente para ser utilizados en aquellos puntos en los que es imposible emplear la búterola para formar las cabezas; están diseñados y construidos de modo que pueden ser instalados y conformados desde un lado de la superficie de trabajo y su uso se limita, generalmente, a sitios tales como bordes de salida de perfiles de ala, timones, alerones, etc. y otros puntos accesibles únicamente por un solo lado.

2.5.2.3 Remaches explosivos Du Pont

Construidos por E. I. Du Pont de Nemours & Company, tienen dentro de la espiga una carga explosiva para dilatar el remache una vez introducido en el taladro correspondiente. La ilustración muestra este tipo antes y después de la expansión. Para instalarlo se coloca contra la cabeza del remache la búterola de una pistola remachadora y al detonar el explosivo se dilata la espiga. Como en todos los remaches ciegos, es esencial seguir al pie de la letra las instrucciones dictadas por el constructor.

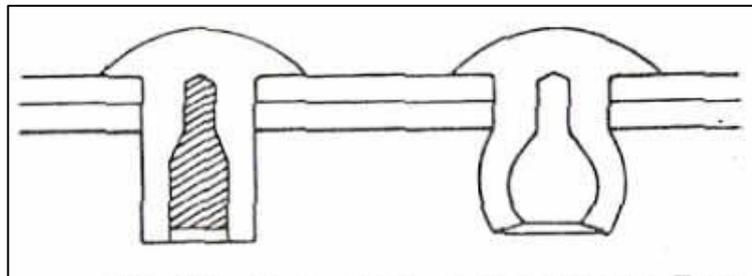


Figura 2. 11. Remaches Du Pont

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.5.2.4 Tuerca Remache

Es un tipo de remache ciego roscado interiormente para atornillar el vástago de un espárrago o tornillo en la forma que se indica en la ilustración. Los construyen la B. F. Goodrich Co., y se usan para fines comerciales generales o para aviación. Se expande mediante una tracción ejercida en el núcleo que obliga a la espiga a dilatarse.

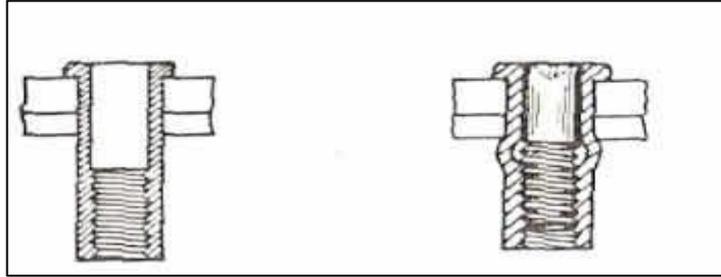


Figura 2. 12. Tuerca remache

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.5.2.5 Remache Hi-Shear

Son un tipo especial construido por la Hi-Shear Rivet Tool Co., y diseñados para obtener una resistencia excepcional al esfuerzo cortante sobre juntas remachadas. El remache Hi-Shear es de dos piezas; la varilla es generalmente de acero, en algunos casos de acero inoxidable y en otros de aleación de aluminio 75ST. La mayoría de los collares son de aleación de aluminio A17S, o 24ST, si bien también se construyen de acero suave.

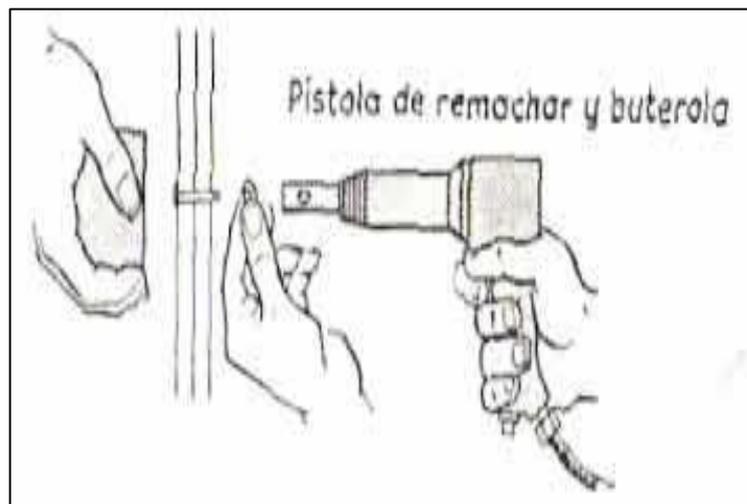


Figura 2. 13. Preparación para instalar un remache Hi-Shear con una pistola de remachar y una búmerola

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

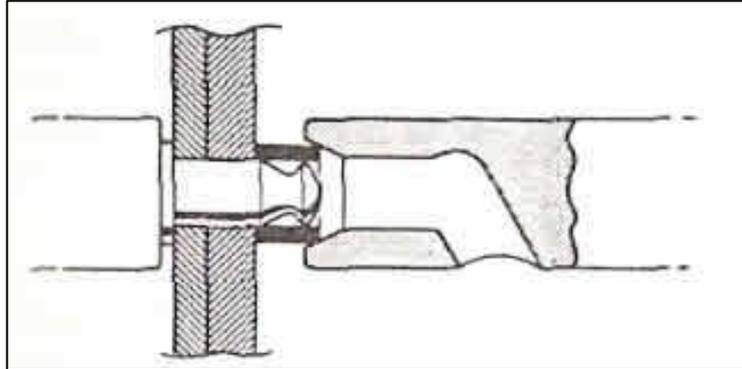


Figura 2. 14. Colocación de la pistola de remachar y el collar de retención

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

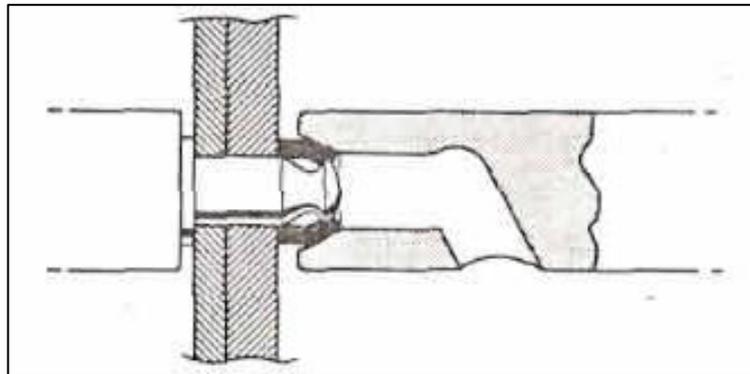


Figura 2. 15. Colocación del collar en su alojamiento

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

El taladro en el que se inserta el remache debe ser realizado con tolerancias extremadamente ajustadas, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Debe ser colocado con la ayuda de una pistola de remachar y una búterola o con un compresor hidráulico o neumático figuras 13, 14 y 15 muestran la forma de adaptar y dar forma al collar para asegurar firmemente el remache en su alojamiento, después de lo cual, el material sobrante del collar es automáticamente alisado por medio de la pistola; la cabeza debe quedar lisa y perfectamente formada.

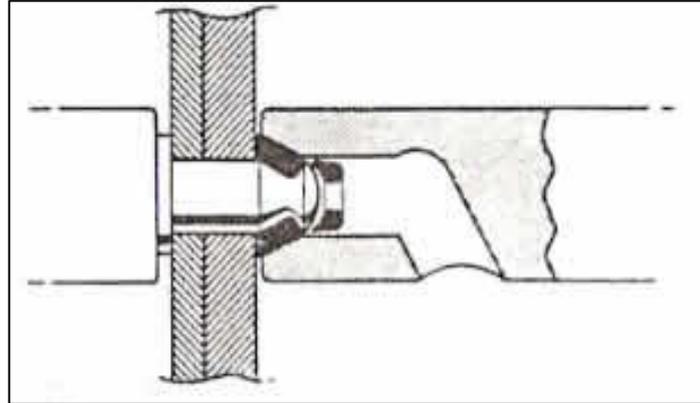


Figura 2. 16. Acabado y adaptación del collar

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

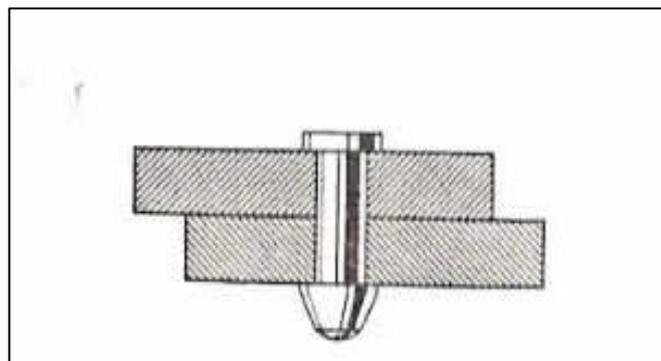


Figura 2. 17. Remache Hi-Shear colocado

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.6 Simbolización de los Remaches

Para identificar los remaches correctamente, así como el material de que están fabricados, se han desarrollado algunos sistemas de simbolización. En la industria aeronáutica se emplean los métodos numérico y simbólico.

Las letras y números que identifican un remache indican el tipo, material y dimensiones. Por ejemplo, AN-470 AD-3-4, se interpreta como sigue:

AN indica que el remache cumple las especificaciones impuestas por los servicios militares; 470, denota cabeza universal; AD, que el material es de

aleación de aluminio A-17S-T4; el número 3, el diámetro en treintaidosavos de pulgada; y el 4, la longitud de la espiga en dieciseisavos de pulgada.

Otro ejemplo explicado es el siguiente que corresponde al remache:

AN-426 DD-5-5:

AN Elemento normalizado correspondiente a especificaciones de la U.S. Navy y U.S. Army **426** Tipo de cabeza (embutida) **DD** Aleación (24S-T4) **5** Diámetro en treintaidosavos de pulgada (1/32") **5** Longitud en dieciseisavos de pulgada (1/16").

En el caso de remaches de cabeza embutida, el largo se da incluyendo la cabeza, porque su parte superior enrasa con la superficie del material al que está adaptado.

Simbolización que el mecánico de aviación debe saber de memoria y conocer el detalle de aquellos que emplee con mayor frecuencia.

2.7 Designaciones para el tratamiento de los remaches

Los remaches de aleación de aluminio pueden estar fabricados de cualquier material de esta clase, pero las condiciones de resistencia de los diversos tipos de uniones remachadas son cubiertas satisfactoriamente con las aleaciones para remaches actualmente empleadas. Las más utilizadas para las estructuras de aviación son las A17S, 17S y 24S. Los remaches de A17S pueden ser colocados en las estructuras, tal y como se reciben del fabricante. Los de 17S y 24S, son, normalmente, sometidos a tratamiento térmico y colocados inmediatamente, o tratados y almacenados a temperaturas bajo cero para evitar la maduración. Los remaches que deben ser refrigerados para que permanezcan suaves, se llaman *remaches congelados* o *de nevera*, y deben ser colocados, como máximo, cinco o diez minutos después de haberlos sacado de la refrigeradora. Los remaches congelados envejecen muy rápidamente a temperaturas ordinarias, pero a 45°C se conservan durante varias semanas lo bastante suaves para poderlos colocar. A 0°C se conservan suaves durante 24 horas.

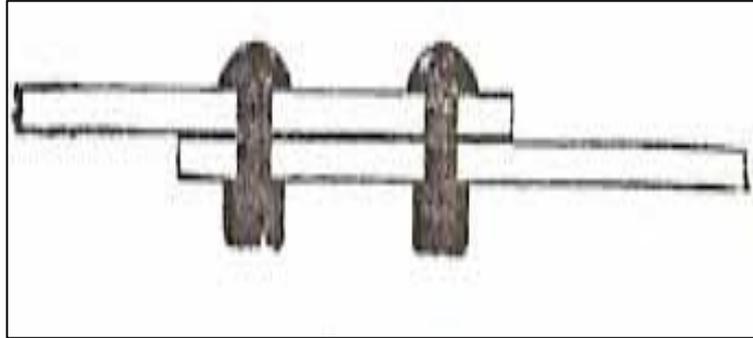


Figura 2. 18. Remaches para plancha de aluminio

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

La designación completa de aleación y temple de un remache de cualquier aleación de aluminio, comprende el número de la aleación; la letra S cuando el material es forjado y la T seguida de un número para las aleaciones tratadas. Los remaches empleados en aviación son designados por 17S-T4, A17S-T4 y 24S-T4. El T4 que sigue al número de la aleación indica que el remache puede ser únicamente utilizado previo tratamiento térmico. Después de colocado se le califica por T3, que indica que ha sido tratado térmicamente y después trabajado en frío. (El trabajo en frío se lleva a cabo durante el proceso de colocar el remache).

2.8 Dimensiones de los Remaches

Cuando se sustituyen remaches, deben conservarse las dimensiones originales si con ellas se llenan bien los taladros y los remaches se adaptan correctamente. En caso contrario se taladra de nuevo o se pasa un escariador a la medida correspondiente al remache de tamaño inmediato superior. El diámetro del remache para la unión de planchas metálicas debe ser aproximadamente tres veces el espesor de la plancha más gruesa y algo mayor para las delgadas.

Al determinar las dimensiones de los remaches que deben ser utilizados en una reparación de avión, el mecánico debe cumplir las instrucciones dictadas por los organismos pertinentes relativas a reparación, entretenimiento y revisiones totales de aviones y motores. En la reparación de aviones militares, igualmente, el mecánico debe conocer las normalizaciones existentes publicadas en manuales para uso exclusivo de los talleres militares.

2.8.1 Separación de los Remaches

La distancia entre remaches en una sustitución o reparación de planchas metálicas sujetas a esfuerzos, puede ser determinada observando las establecidas en las partes adyacentes del mismo avión. En general la distancia entre remaches es de 3 veces el diámetro de la espiga, y con relación al borde 2 veces el diámetro indicado.

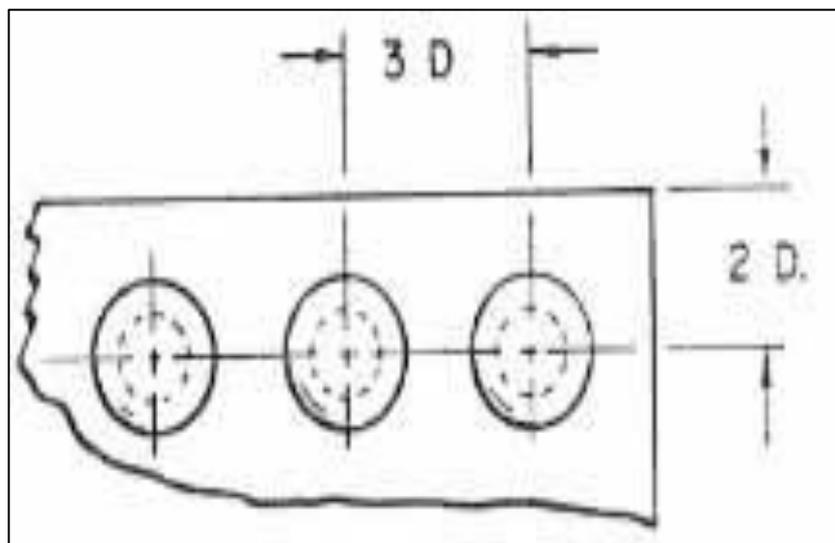


Figura 2. 19. Separación entre remaches

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

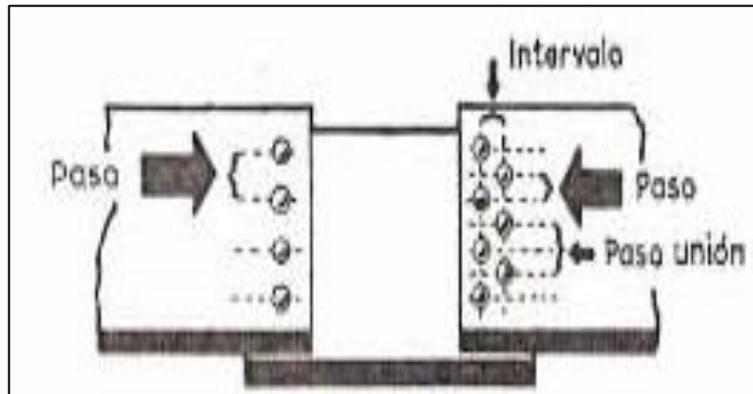


Figura 2. 20. Paso e Intervalo

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

Los remaches se fabrican en distintas longitudes en incrementos de 1/16 de pulgada. Es posible que no encuentre un remache que sobresalga del metal exactamente 1-1/12 veces es el diámetro del remache. En ese caso, se selecciona el remache de la longitud más cercana deseada. Usualmente la próxima longitud es la deseada. Pero si el remache es demasiado largo tendera a atascarse o introducirse. Por ejemplo:

Un remache de 1/8 de pulgada puede sobresalir 0.264 de pulgada más allá de lo necesario o ser 1/64 de pulgada más corto, pruebe el remache más corto para ver si la cabeza de taller satisface las especificaciones. Si no hay suficiente material para hacer la cabeza de taller adecuada, tiene que usar el remache más largo.

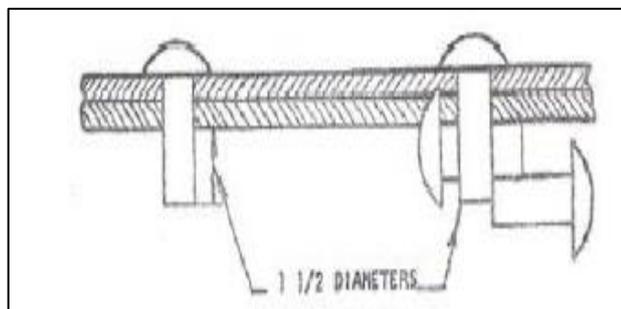


Figura 2. 21. Determinación de la longitud del remache

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.8.2 Borde de Distancia

La distancia del borde o distancia desde el centro del primer remache al borde de la lámina no debe ser menor de 2 diámetros del remache ni mayor de 4. La distancia del borde recomendada es aproximadamente 2-1/2 veces el diámetro del remache. Si usted pone remaches demasiado cerca del borde de la lámina, esta probablemente se rajará o se apartará de los remaches y si se los coloca demasiado lejos del borde, las láminas se doblarían hacia arriba de los bordes.

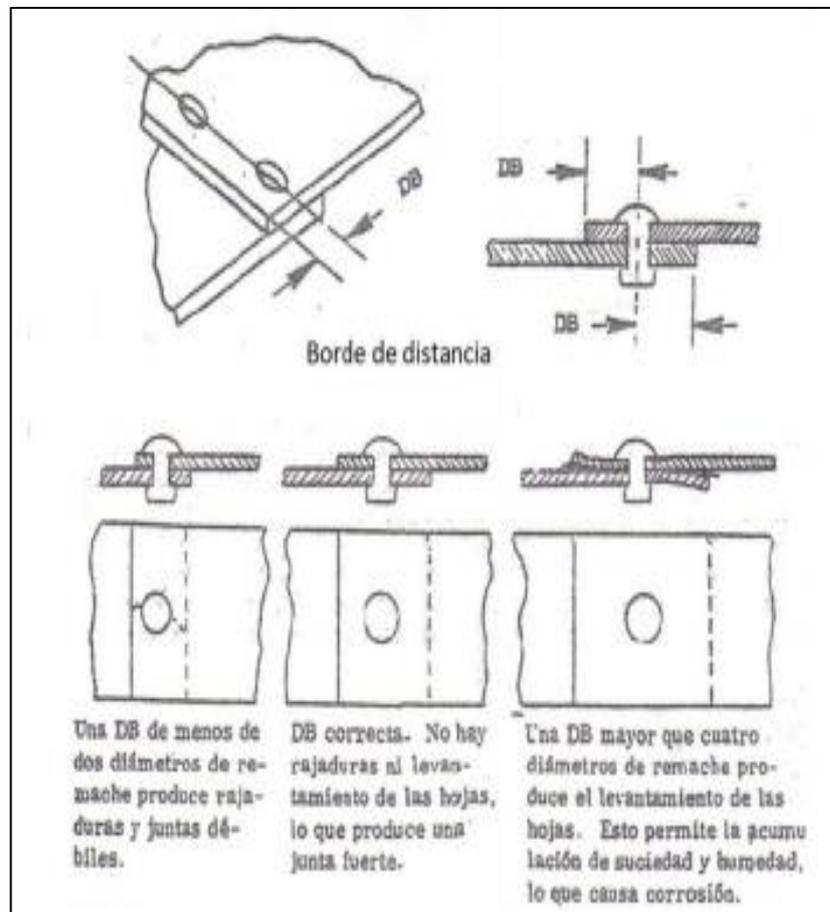


Figura 2. 22. Distancia correcta e incorrecta del Borde

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.8.3 Paso de Remache

El paso de los remaches es la distancia entre los centros de los remaches en la misma hilera. Esta distancia se mide desde el centro de los remaches hasta el centro del otro. En ningún caso debe ser esta distancia mínima, entre dos remaches es 3 veces el diámetro del vástago del remache y la distancia máxima es 10 veces el diámetro del vástago del remache. Esta regla de limitaciones también expresa que hay un paso de remache recomendado entre el mínimo y el máximo, que es entre 6 y 8 veces el diámetro del vástago del remache. Es preferible este paso porque es el más ventajoso para asegurar que cada remache resiste su parte de la carga.

Cuando se trabaja en un avión y se traza un patrón de remachado para una reparación se usa el paso de remache recomendado siempre que sea posible.

2.8.4 Paso de Hileras

El paso de hileras es la distancia entre las hileras paralelas de remaches. En la figura anterior se muestra el paso entre dos hileras de remaches. El paso de las hileras es generalmente 75% al 100% del paso de los remaches.

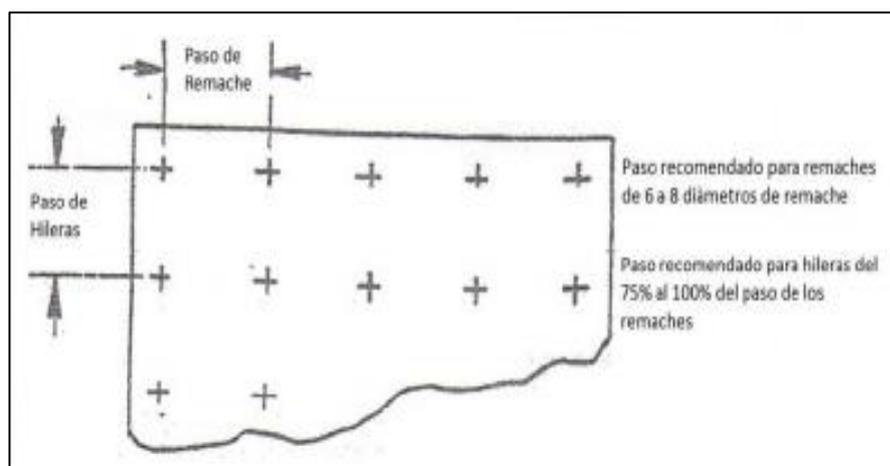


Figura 2. 23. Paso de remache y de Hilera

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.8.5 Cálculo de Número de Remaches

Todas las reparaciones hechas en las piezas estructurales de una aeronave exigen un número definido de remaches, a fin de restaurar la resistencia original. El número de remaches o pernos necesarios se puede determinar observando un empalme similar al hecho por el fabricante o usando una fórmula de número de remaches.

El número de remaches que se va a usar a cada lado de la rotura es igual al largo de la rotura por espesor del material original por 75,000 dividido por la resistencia al esfuerzo cortante o al apoyo, cualquiera que sea la menor de las dos.

2.8.5.1 Largo de Rotura (L)

Se mide perpendicular a la dirección del esfuerzo general o lado del área dañada.

2.8.5.2 Espesor del Material (T)

Es el verdadero espesor del material que se está reparando y se mide en milésimas de pulgada.

2.8.5.3 Resistencia del esfuerzo cortante (S)

Es la cantidad de fuerza requerida para cortar un remache que sujeta juntas dos o más láminas.

Si el remache está sujetando dos láminas o dos piezas están bajo esfuerzo cortante sencillo y si está sujetando tres láminas o tres piezas está bajo esfuerzo doble. Para determinar la resistencia al esfuerzo cortante, se debe conocer el diámetro del remache que se va a usar. Esto se determina multiplicando el espesor del material por 3.

Por ejemplo el espesor de un material es $0.040 \times 3 = 0.120$; el remache seleccionado sería de $1/8$ de pulgada (0.125 de pulgada) de diámetro.

2.8.5.4 Resistencia al Apoyo (B)

Es la cantidad de tensión necesaria para jalar un remache a través del borde de dos láminas remachadas entre sí, para alargar el agujero del remache. Para usar la tabla de resistencia de apoyo, se debe conocer el diámetro del remache que se va a usar y el espesor del material que se está remachando. El diámetro del remache sería el mismo que se usó cuando se determinó el valor de la resistencia al esfuerzo cortante. El espesor del material sería el del material que se está reparando.

La cifra 75,000 que se usa en la fórmula es un valor supuesto a la carga de esfuerzo de 60,000psi, aumentado a un factor de seguridad del 25%. Es un valor constante.

Una vez que usted comprende la derivación y el significado de los términos en la fórmula de número de remaches, se puede reducir la fórmula a lo siguiente:

$$\frac{L \times T \times 75,000}{S \text{ o } B} \quad (2.1)$$

Ejemplo:

Determinar el número de remaches 2117T necesarios para reparar una rotura de 2-1/4 pulgada de largo en un material de 0.040 de espesor.

$$\frac{L \times T \times 75,000}{S \text{ o } B} \quad (2.2)$$

L= 2-1/4 (2.25 pulgada)

T= 0.040 de pulgada: $0.040 \times 3 = 0.120$ por lo tanto el remache debe ser de 1/8 de pulgada (0.125)

S= 331 (tomado de la tabla de resistencia al esfuerzo cortante)

B= 410 (tomado de la tabla de resistencia al apoyo)

$$\frac{2.25 \times 0,40 \times 75.000}{331} = 20.39$$

Por lo tanto se necesita 20.39 remaches a cada lado, como cualquier fracción debe considerarse como un numero entero, la verdadera cantidad de remaches requeridos seria 21 para cada lado o 42 remaches para toda la reparación.

2.9 Remaches necesarios para una reparación

Son determinados por la resistencia necesaria para la junta y está basada sobre dos consideraciones principales. La primera, en la determinación del esfuerzo cortante o cizallamiento que han de sufrir los remaches, o sea en la carga que tiende a cortado en dos partes. La segunda, en el esfuerzo de tracción que debe resistir la plancha. Estos dos esfuerzos considerados simultáneamente constituyen la base para determinar el número de remaches necesario para un determinado trabajo.

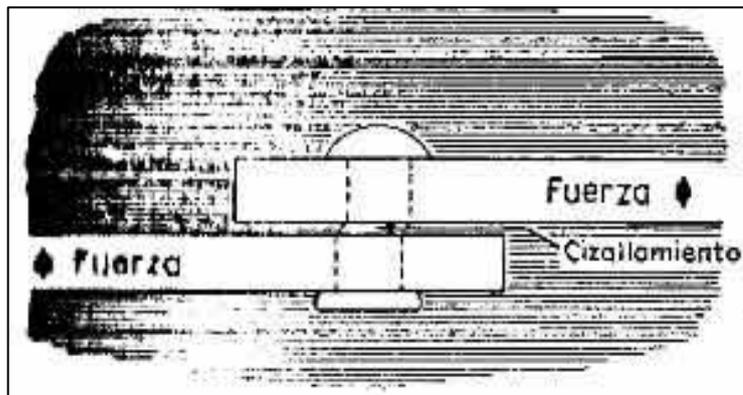


Figura 2. 24. Esfuerzo cortante al que se encuentra sometido un remache

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

El esfuerzo cortante en un remache y el de tracción en el material puede determinarse por medio de tablas. Cuando se conocen estos valores es posible determinar el número de remaches requerido para una reparación, dividiendo por el esfuerzo cortante de un remache, el esfuerzo de tracción a que estará sometida la junta. Por ejemplo, si la carga de cizallamiento de un remache de 3,2 mm de diámetro construido en A17S- T3 es de 156 kg y es necesario soportar un esfuerzo total de tracción de 2 540 kg, el número de remaches requerido será de $2540/156 = 16,3$ y para mayor seguridad se emplearán 17.

Espesores		Núm. de remaches de cab. saliente requeridos por pulgada de ancho (=25,4 mm)					Núm. de tornillos
Pulg.	mm.	3/32 2,4	1/8 3,2	5/32 4,0	3/16 4,8	1/4 pulg. 6,4 mm.	AN-3
0,016	0,4	6, 5	4, 9				
0,020	0,5	6, 9	4, 9	3, 9			
0,025	0,6	8, 6	4, 9	3, 9			
0,032	0,8	11, 1	6, 2	3, 9	3, 3		
0,036	0,9	12, 5	7, 0	4, 5	3, 3	2, 4	
0,040	1,0	13, 8	7, 7	5, 0	3, 5	2, 4	3, 3
0,051	1,3		9, 8	6, 4	4, 5	2, 5	3, 3
0,064	1,6		12, 3	8, 1	5, 6	3, 1	3, 3
0,081	2,0			10, 2	7, 1	3, 9	3, 3
0,091	2,3			11, 4	7, 9	4, 4	3, 3
0,102	2,6			12, 8	8, 9	4, 9	3, 4
0,128	3,25				11, 2	6, 2	4, 2

Fig. 12. Número de remaches requerido en las juntas de aleaciones de aluminio

Figura 2. 25. Número de remaches requeridos en las juntas de aleaciones de aluminio

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.10 Dimensiones mínimas de los Remaches

Cuando se colocan remaches en una reparación normalizada, es necesario guardar un mínimo de dimensiones, según se indica en la figura 2.26 para las cabezas formadas y la longitud del vástago.

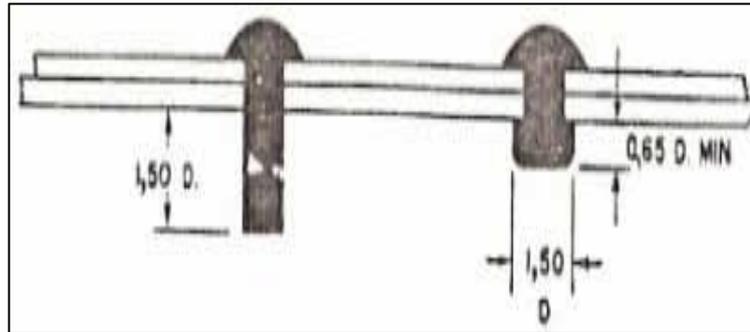


Figura 2. 26. Dimensiones mínimas de los remaches

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.11 Pistolas de remachar

La pistola o martillo de remachar es el aparato empleado para colocar los remaches. Está equipada con un juego de útiles para remachar, diseñados para conformar adecuadamente la cabeza del remache que se trabaja. El útil se adapta en el manguito de la pistola y se sujeta por medio de un muelle de retención, que debe estar siempre en su sitio para evitar que el útil pueda escaparse y hacer daño a cualquier persona que se encuentre en las proximidades. Durante el funcionamiento, un émbolo se mueve rápidamente hacia atrás y hacia adelante, dentro de la pistola, por medio de aire comprimido dirigido alternativamente a ambos lados del mismo, el cual, a su vez, empuja con rapidez al útil para dar forma a la cabeza.

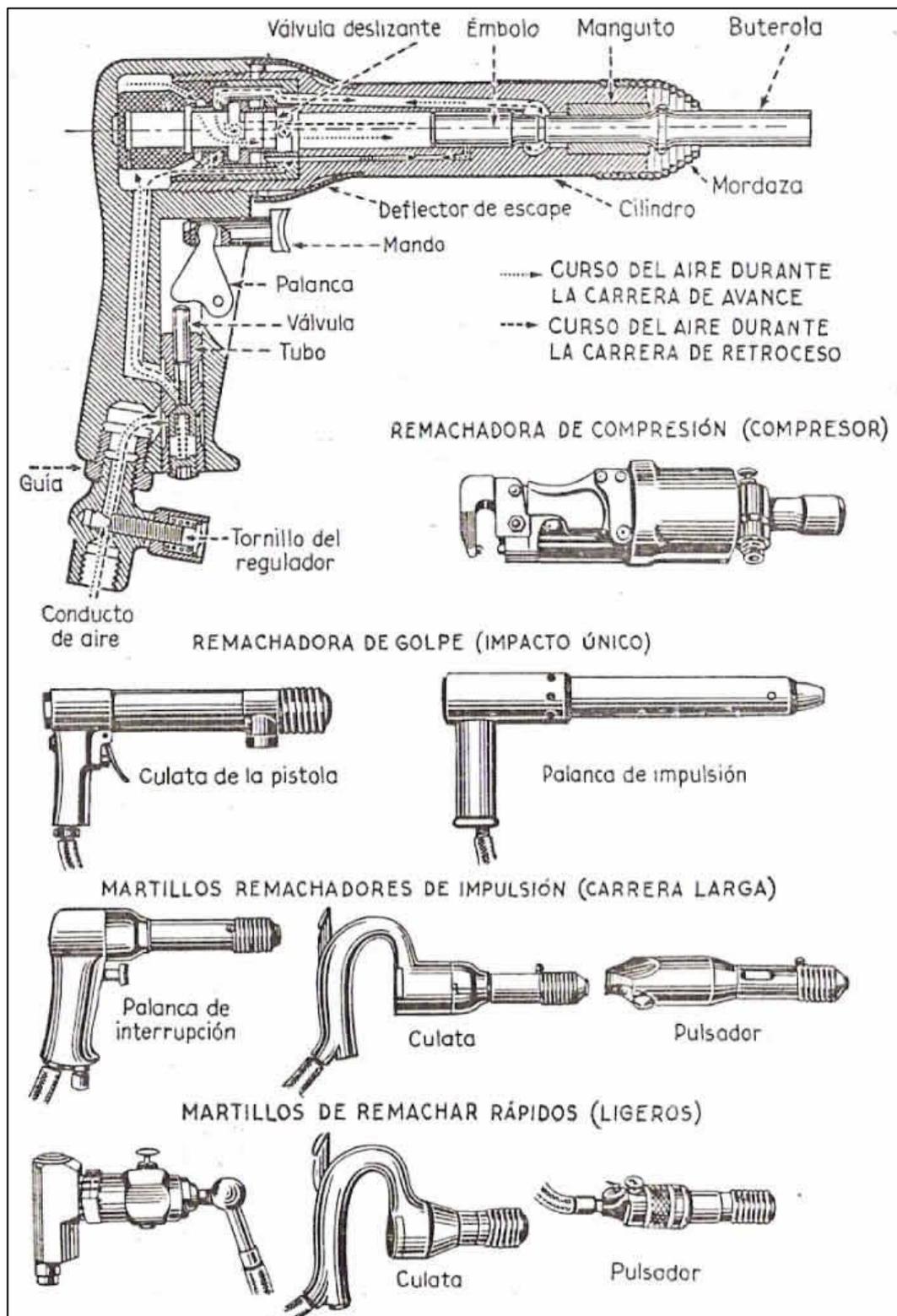


Figura 2. 27. Remachadoras Neumáticas

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.12 Útiles

Los útiles de remacharse fabrican de muchas formas y dimensiones para responder a las diversas necesidades de estas operaciones y a los diversos tipos de remaches. La *espiga*, *vástago* o *cuerpo* del útil es la parte que se adapta a la pistola y se construyen de dimensiones normalizadas para trabajar en las pistolas igualmente normalizadas. La figura presenta algunos útiles frecuentemente utilizados en las pistolas de remachar. Los útiles diseñados para trabajar remaches de cabeza universal o de gota de sebo, tienen una estampa en forma de copa que se adapta sobre la cabeza del remache. La copa esta curvada con un radio ligeramente mayor que el de la cabeza del remache para asegurar que la fuerza máxima de la pistola sea aplicada al centro de la cabeza, consiguiendo de esta forma, que aprieten con fuerza, uno contra otro, los materiales que se unen al formar la cabeza nueva.

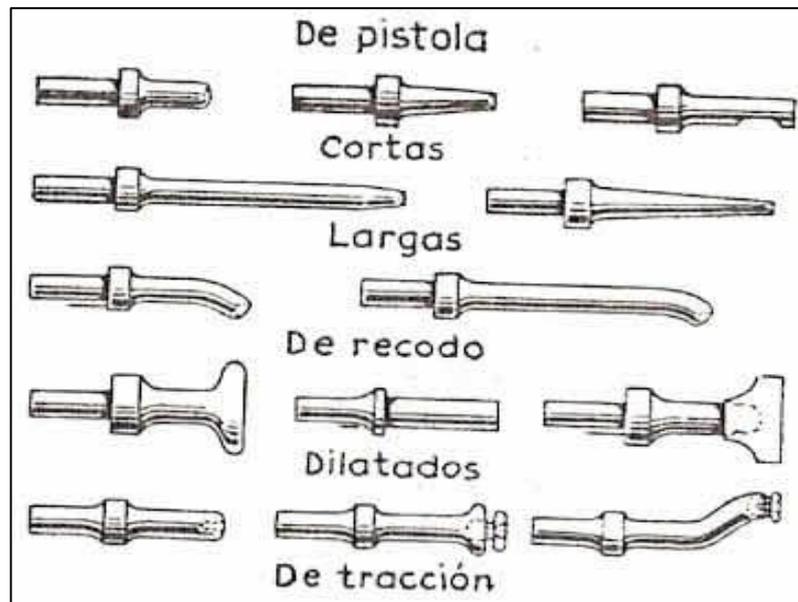


Figura 2. 28. Búterola útiles para remachado

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.13 Búterola

La búterola es una barra de acero suave que presenta una gran variedad de formas y dimensiones (figura 2. 29) y que se emplea para dar forma de cabeza a la espiga de un remache al ser golpeada por una pistola de remachar. Los bordes están ligeramente redondeados para evitar que corten el material y su superficie es perfectamente lisa. Las caras de la barra, que se coloca contra la espiga, son planas y reciben los nombres de *muñequillas*, *sufrideras* o *troqueles*.

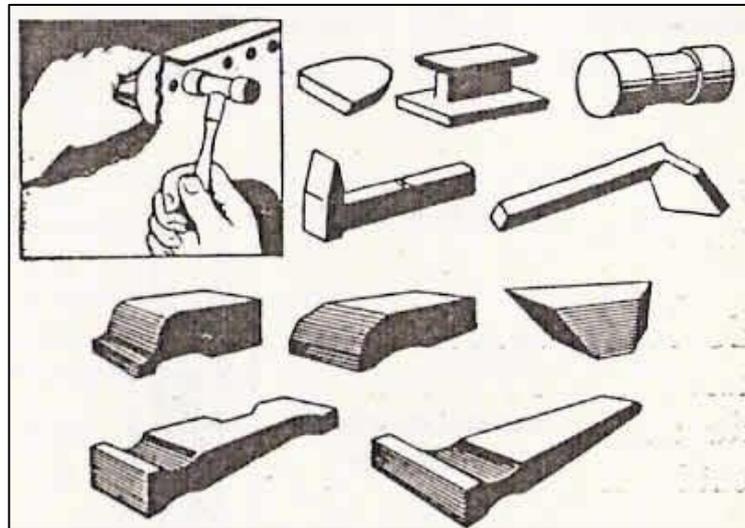


Figura 2. 29. Búterolas

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

Para obtener los mejores resultados, se debe elegir la búterola de peso y forma adecuada a cada caso particular. Una regla común, de tanteo, es que la búterola debe pesar unos 450 gramos menos que el valor en gramos que se obtiene multiplicando por 4,50 el número de la pistola que se emplee; por ejemplo, con la pistola 3X se debe utilizar una búterola de unos 900 gr de peso.

Las búterolas extensibles son piezas de acero cuyos diámetros pueden ser regulados. Una de las expuestas en la figura está unida al extremo de un tubo de acero que contiene una barra que puede ser dividida para aumentar

o disminuir la anchura del bloque. Se utilizan para colocar remaches en el interior de estructuras tubulares o lugares similares no accesibles con las de tipo corriente. Los tramos deben ser lo suficientemente pequeños para que un lado del bloque expansionado parcialmente, apriete sobre la punta de la espiga del remache y el otro presione contra una superficie de apoyo firme.

Estos mecanismos aceleran el proceso de remachado del recubrimiento de una sección determinada de un ala de avión.

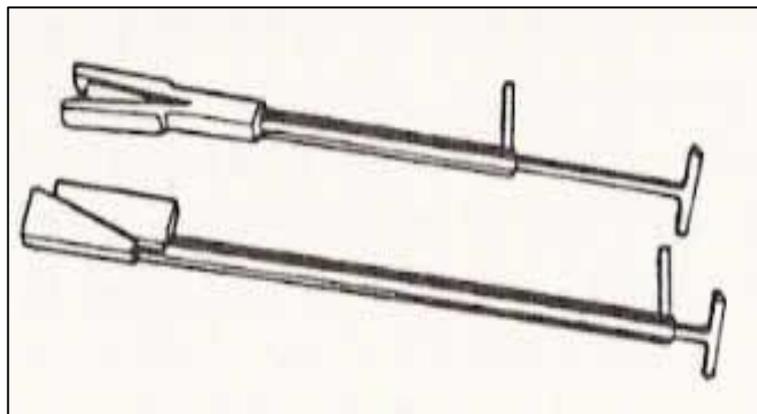


Figura 2. 30.Búterolas extensibles

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

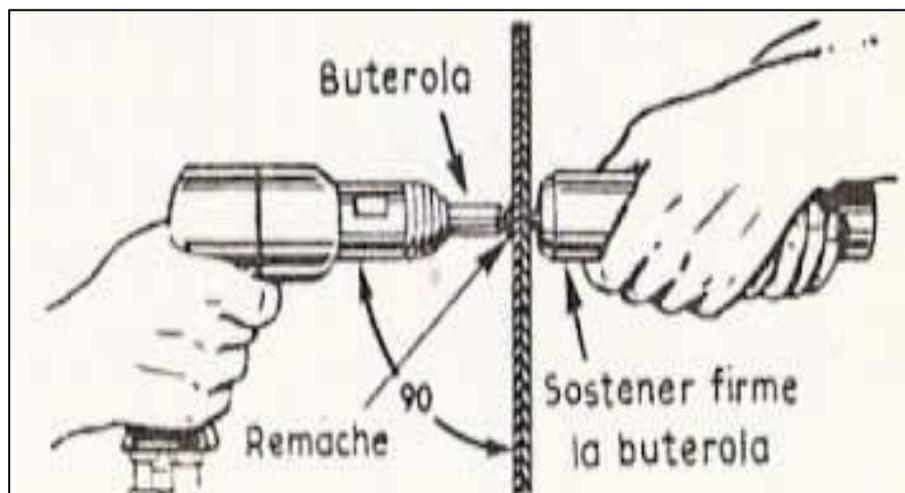


Figura 2. 31. Colocación de un remache

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

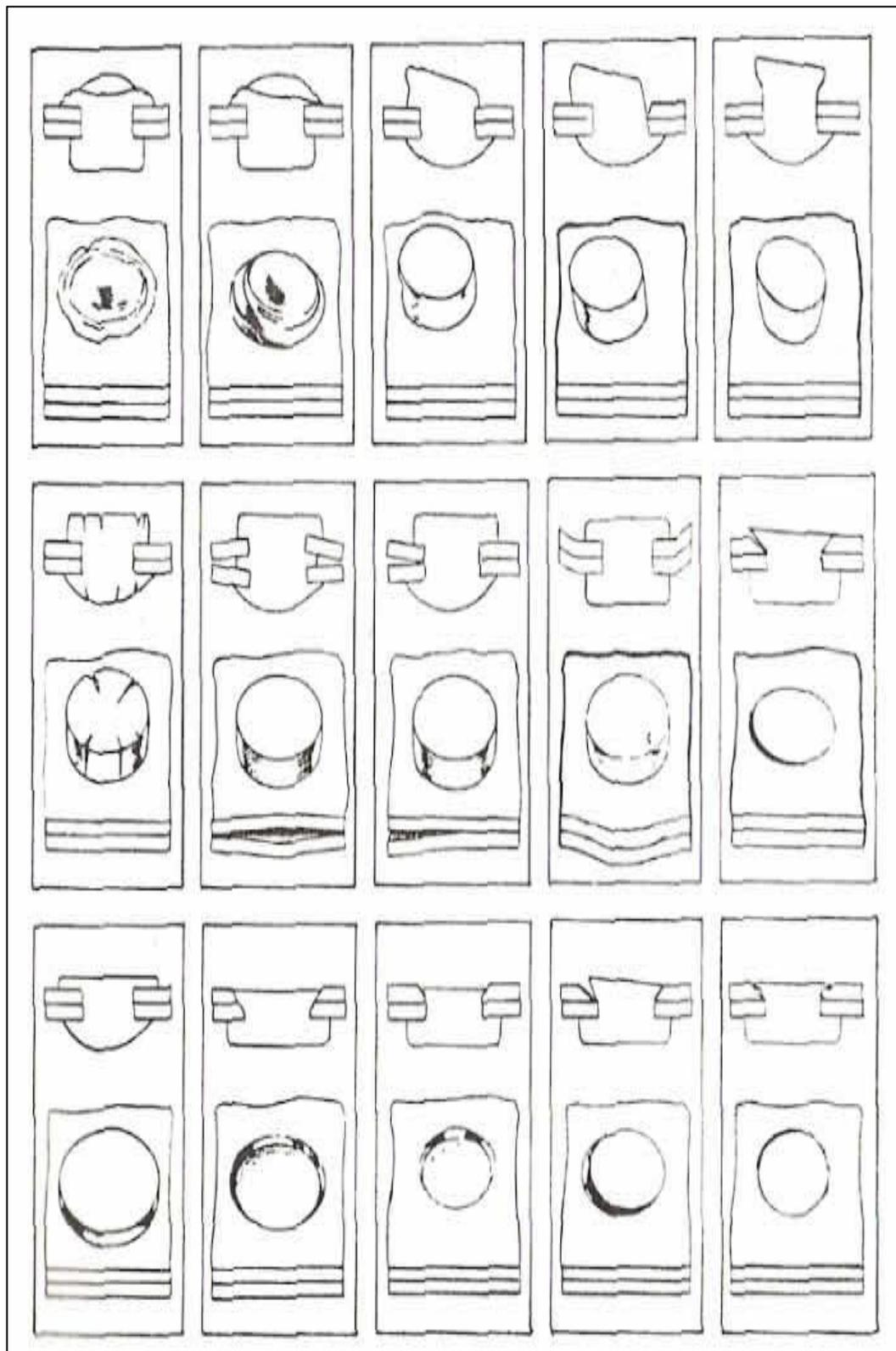


Figura 2. 32. Remaches mal colocados

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.14 Taladros

Para obtener una buena junta por medio de remaches, es esencial que los taladros sean realizados correctamente. La primera exigencia para un taladro perfectamente realizado es que sea efectuado con una broca afilada con exactitud, lo cual es corriente cuando las brocas son nuevas; después se embotan y deben ser afiladas o desechadas. La figura 2.33 señala las dimensiones de una broca afilada correctamente. Antes de emplear una broca deberá ser examinada cuidadosamente, comprobando si está derecha y si su punta está afilada de acuerdo con los valores requeridos.

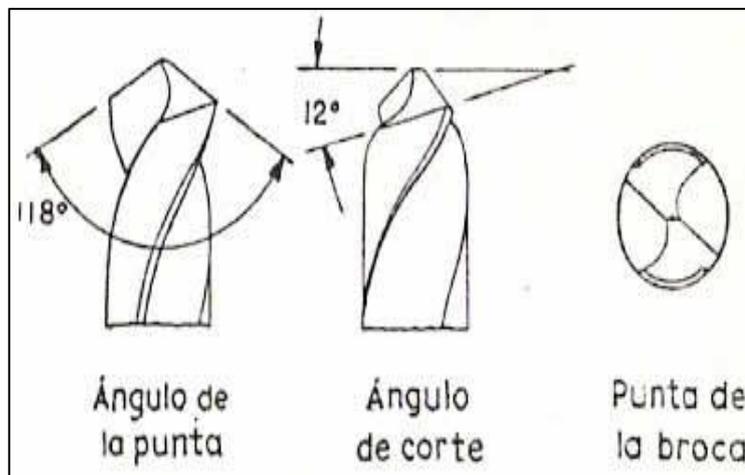


Figura 2.33. Características de las brocas

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

La situación de un taladro debe ser marcada con un lápiz o con un granete cuando se trata de planchas gruesas. Si la disposición de los taladros debe ser muy precisa, normalmente se emplea una guía o mecanismo que mantiene la broca exactamente en el punto en el cual debe ser realizado el taladro.

Cuando se inicia un taladro se debe poner gran cuidado en mantener la broca perpendicular a la superficie del material que se taladra y sostener la máquina de taladrar de modo que la broca no se salga de su posición correcta y estropee el material adyacente. Es práctica corriente iniciar en el

taladro, colocando la broca en su posición y hacerla girar a mano antes de poner en marcha el motor eléctrico o neumático; por este medio se consigue realizar el taladro en la posición debida. La figura 2.34 señala la forma correcta de sostener una taladradora portátil en el momento de iniciar el taladro.

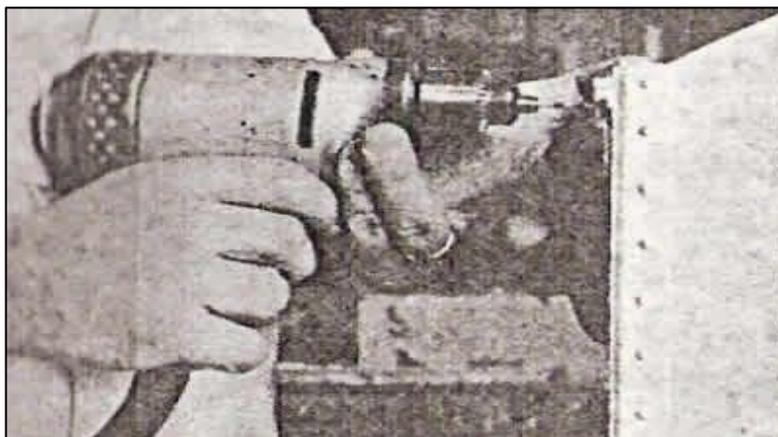


Figura 2. 34. Forma de sostener un taladro

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

En la figura 2.35, se pueden ver una serie de taladros bien y mal realizados; los de la parte izquierda y central son limpios y bien alineados y los de la derecha están hechos con la broca inclinada y no sirven para remachar.

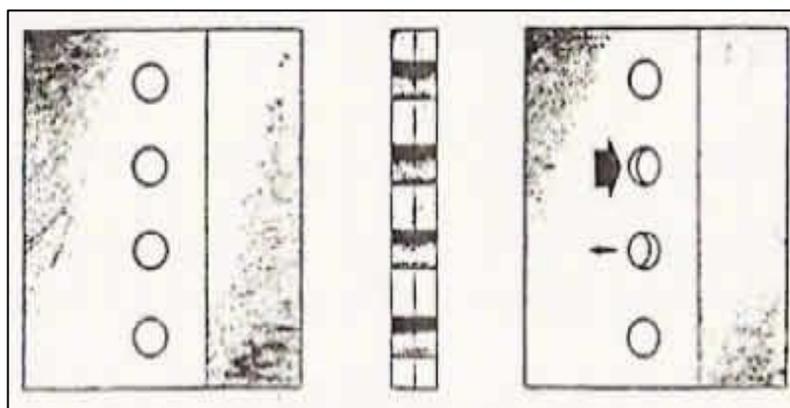


Figura 2. 35. Taladros correctos e incorrectos

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

Un taladro no está terminado en tanto no se hayan quitado las rebabas de las aristas exteriores e interiores; esta operación se realiza corrientemente a mano con una broca de diámetro mayor que el taladro o con una herramienta especial de rebarbar, que no es más que una pieza metálica con bordes afilados. Cuando se taladran dos o más planchas al mismo tiempo es necesario quitar las virutas y rebabas que se forman entre ellas, pues en caso contrario puede ocurrir lo que se señala en la siguiente figura.

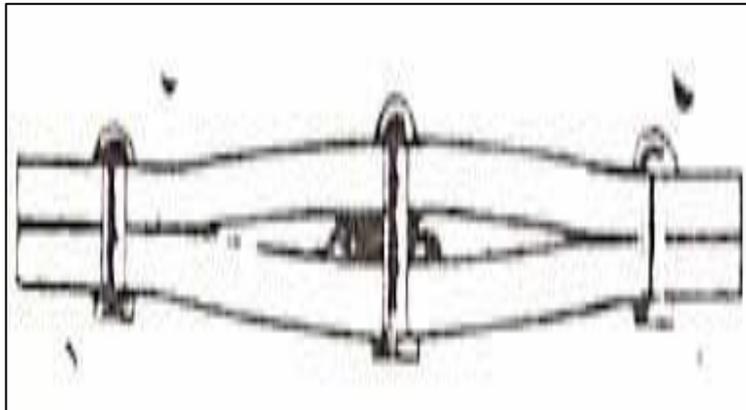


Figura 2. 36. Cuerpos extraños dispuestos entre las planchas a remachar

Fuente: Grupo ARACU aviación experimental

2.15 Dobleces

El hacer dobleces en láminas, planchas u hojas metálicas, se llama doblamiento. La palabra doblez usualmente sugiere la idea de dobleces cerrados y angulares. Estos se hacen generalmente en las máquinas dobladoras.

2.15.1 Dobleces en línea recta

Cuando se forman dobleces rectos, usted debe tener presente el grosor del material, la composición y su condición de temple. En términos generales, mientras más delgado sea el material se le puede hacer dobleces más agudos o de un radio de curvatura más pequeño y mientras más suave

sea, más cerrada resulta la curva. La curva más cerrada que se puede hacer en un pedazo de metal sin debilitar demasiado la pieza se llama radio mínimo de curvatura. Otros factores que deben tener en cuenta cuando se hacen dobleces en línea recta son la tolerancia para los dobleces, el retroceso y la línea donde debe apoyarse la dobladora o línea visual.

2.15.2 Radio de la curvatura.

El radio de curvatura de una lámina de material es el radio del doblez medido por la parte interior del material curvado. El radio mínimo de curvatura de una hoja de metal es la curvatura o doblez más cerrado al cual se puede doblar la hoja sin debilitar demasiado la parte en el doblez. Si el radio de curvatura es demasiado pequeño, los esfuerzos y tensiones debilitaran el metal y se pueden producir rajaduras.

Para cada tipo de material laminado que se usa en los aviones se especifica un radio mínimo de curvatura. La clase de material, espesor y la condición de temple de la lámina son factores que lo afectan. Usted puede doblar láminas recocidas a un radio aproximadamente igual a su espesor. El acero inoxidable y la aleación de aluminio 2024T requieren de un radio de curvatura bastante mayor.

2.15.3 Margen de doblez

Supongamos que usted tiene el problema de hacer ángulo formado o un larguero para que se ajuste a una esquina. La esquina mide una pulgada a cada lado, pero usted se da cuenta que no se puede hacer un “doble a escuadra” en el metal y que no se ajustara a escuadra en la esquina, porque tendría una curva.

Usted sabe también que la distancia curvada será menor que la distancia que va hacia la esquina y hacia afuera. Al hacer un doblez en la lámina metálica, usted debe calcular el margen de doblez o sea la longitud del material requerido para el doblez.

La tolerancia para el doblado depende de 4 factores:

- Grado del doblado
- Radio de curvatura
- Espesor del metal
- Tipo de metal

El radio de curvatura es generalmente proporcional al espesor del material.

Además mientras más cerrado se haga el radio de curvatura más corto será el material necesario para el doblado.

El tipo de material también es importante porque si el material es suave se puede doblar a vueltas muy cerradas, pero si es duro, el radio de curvatura y el margen de doblado será también mayor.

El grado de curvatura afectará a la longitud total del metal, mientras que el material influirá en el radio de la curvatura.

Al doblar la tira metálica, el metal se comprimirá en la parte inferior de la curva y se estirará en la parte exterior de ella. Sin embargo, en alguna distancia entre estos dos extremos hay un espacio que no es afectado por ninguna de estas dos fuerzas. Esto se conoce como la línea natural o eje neutral. Esto ocurre a una distancia aproximadamente de 0.445 del espesor del material ($0.445 \times T$) desde el interior del radio de la curvatura.

Cuando se dobla el material a dimensiones exactas, se debe determinar la longitud de la línea neutral, a fin de dejar suficiente material para el doblado. Para ahorrarle tiempo en el cálculo del margen de doblado, se han establecido fórmulas y tablas de diferentes ángulos, radios de curvatura, espesor del material y otros factores para su uso. La fórmula del margen de doblado para un doblado de 90° se puede establecer así:

Al radio de curvatura R se le añade la mitad del espesor del metal $\frac{1}{2} T$. Esto da $R + \frac{1}{2} T$, que es el radio del círculo en el eje neutral, aproximadamente.

Calcule la circunferencia de este círculo, multiplicando el radio de curvatura en la línea neutral $(R + \frac{1}{2} T) \times 2\pi$. Esto da la circunferencia como:

$$2\pi (R + \frac{1}{2} T) \quad (2.3)$$

Como es un dobléz de 90° BC, es la cuarta parte del círculo, divida la circunferencia en 4.

$$\frac{2\pi (R + \frac{1}{2} T)}{4} \quad (2.4)$$

Por consiguiente, el margen de dobléz para un dobléz de 90° es:

$$\frac{2\pi (R + \frac{1}{2} T)}{4} \quad (2.5)$$

Para usar esta fórmula en el cálculo del margen de dobléz de 90° que tenga un radio $\frac{1}{4}$ de pulgada, para un material de 0.051 de pulgada de espesor, sustituya los valores en la formula como sigue:

$$= \frac{2 \times 3.1416 \left((0.025 + \frac{1}{2} (0.051)) \right)}{4} = 0.4323$$

Por lo tanto, el margen de dobléz necesario o longitud requerida del material para el dobléz es 0.4323 o 7/16 pulgada.

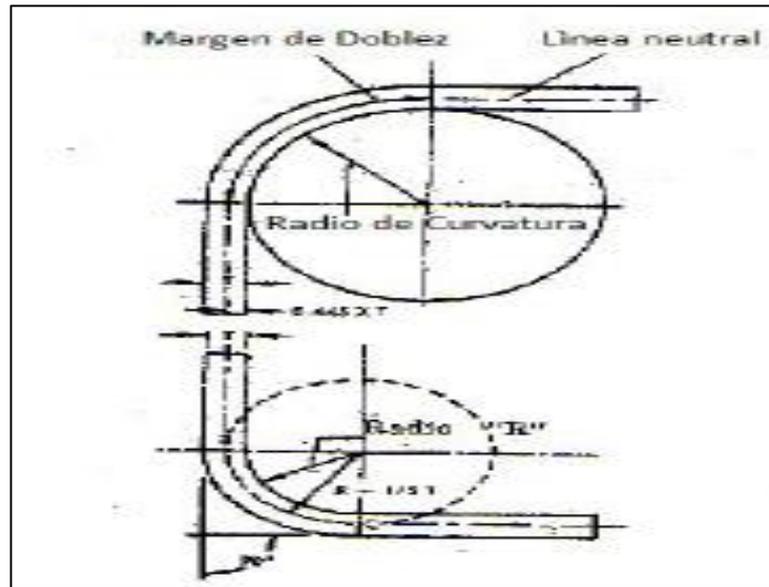


Figura 2. 37. Margen de dobléz, Dobleza de 90°

Fuente: Reparaciones estructurales (FAE)

Esta fórmula se puede usar en caso que no se tenga una tabla de margen de dobléz para determinar el margen de dobléz para cualquier grado de dobléz, mediante el uso de una tabla, encuentre el margen por grado para el espesor del material y el radio de curvatura en cuestión luego multiplíquelo por el número de grados de dobléz.

El margen de dobléz aparece directamente debajo de las cifras que indican el radio. El número superior en cada caso es el margen de dobléz para un ángulo de 90°, mientras que el número colocado debajo es para un ángulo de 1°. El espesor del material se da en la columna izquierda de la tabla.

2.15.4 Retroceso (set back)

Cuando se dobla un pedazo del material laminado, con frecuencia es necesario saber el punto donde comienza y donde termina el dobléz, para que se pueda determinar el largo de la “parte plana” de la lámina. Dos factores son importantes para determinar esto. El radio de curvatura y el espesor del material.

El retroceso es la distancia antes de la línea tangente del dobléz hasta el punto del molde. El punto del molde es el punto de intersección de las líneas que existen desde las superficies exteriores, mientras que las líneas tangentes del dobléz son los puntos donde comienza y termina el dobléz. También observe que el retroceso es igual para el plano vertical y el plano horizontal.

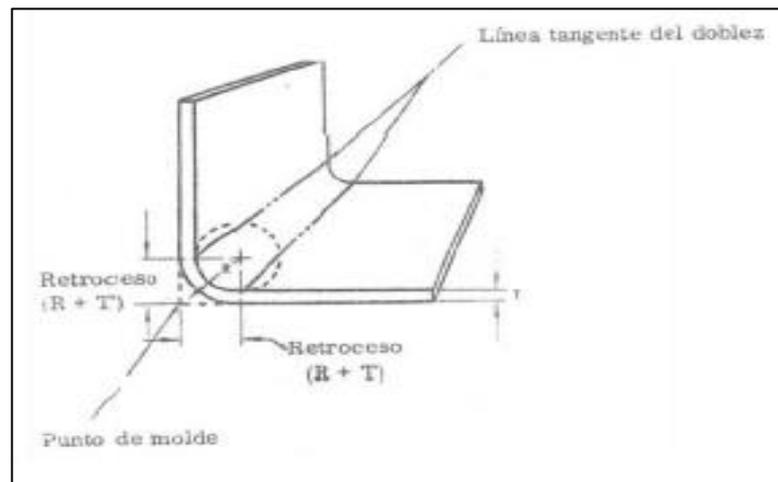


Figura 2. 38. Retroceso, Angulo de 90°

Fuente: Reparaciones estructurales (FAE)

Para calcular el retroceso de un dobléz de 90°, simplemente sume el radio interior de dobléz de la lámina. Expresando como formula la siguiente:

$$SB=(R + T) \quad (2.6)$$

Para calcular el retroceso de ángulos mayores y menores de 90°, usted tiene que consultar tablas de retroceso o tabla K para obtener el valor llamado K y luego sustituir este valor en la formula $SB=(R + T)$. El valor de K varía con el número de grados de dobléz.

2.15.5 Línea visual o de doblamiento

La línea visual o de doblamiento es la marca que se hace en una lámina plana y trazada al ras con una parte del frente de la dobladora de cornisa y que sirve como guía para el dobléz. Usted puede localizar la línea visual

midiendo un radio desde la línea tangente del doblado que se va a intersectar debajo del frente de la dobladora o contra el bloque de formación del radio.

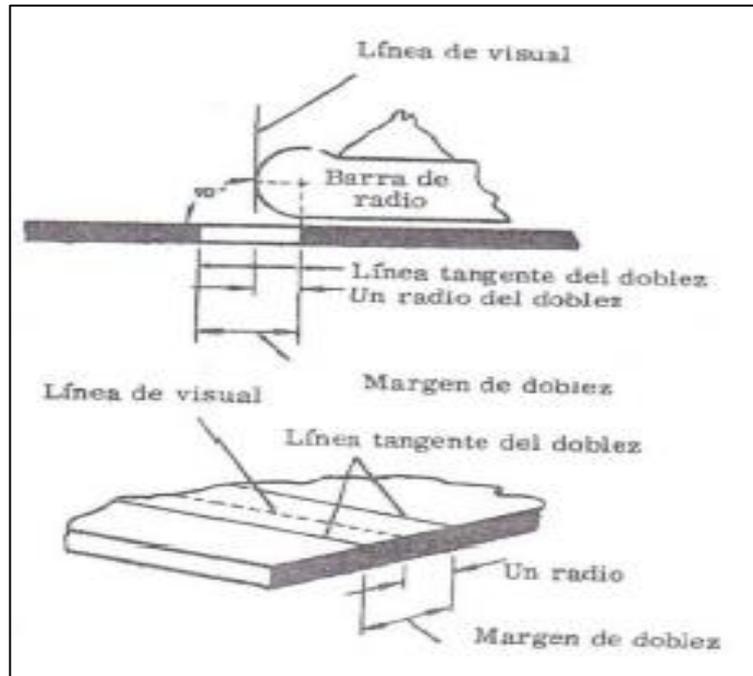


Figura 2. 39. Línea visual o de Doblamiento

Fuente: Reparaciones estructurales (FAE)

2.16 Reparaciones de Revestimientos

Usted puede reparar los daños del revestimiento exterior de un avión aplicándole un parche en el lado interior de la lámina dañada. Se debe poner un tapón de relleno en el agujero que se hizo al quitar la parte dañada del revestimiento. Esto tapa el agujero y forma parte de la superficie exterior lisa que es necesaria para lograr la tersura aerodinámica de los aviones.

El tamaño y la forma del parche se determinan en general por el número de remaches requeridos en la reparación. Si no se especifica de otra manera en las órdenes técnicas, calcule el número requerido de remaches usando la fórmula de los mismos. Haga la placa del parche del mismo material que el revestimiento original y del mismo espesor o del siguiente espesor más grueso.

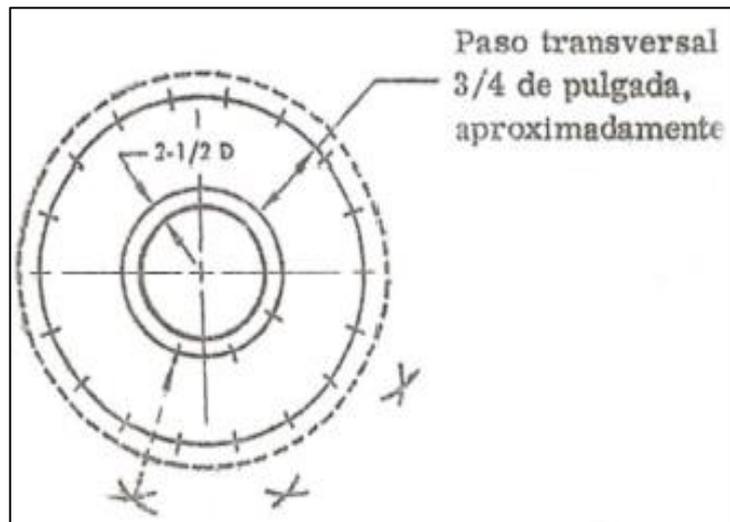


Figura 2. 41. Parche Circular de dos Hileras

Fuente: Reparaciones estructurales (FAE)

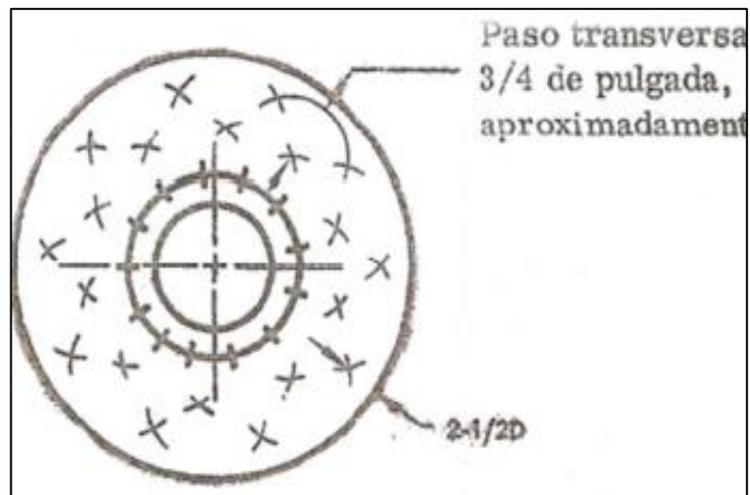


Figura 2. 42. Parche Circular de tres Hileras

Fuente: Reparaciones estructurales (FAE)

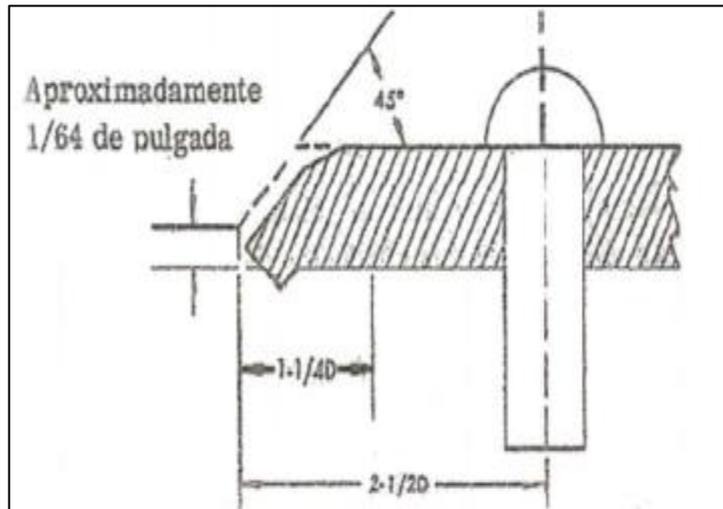


Figura 2. 43. Biselado y doblamiento del borde del parche

Fuente: Reparaciones estructurales (FAE)

2.17 Daño

Daño es considerado como cualquier cambio en el área de la sección transversal o distorsión permanente de un miembro estructural.

2.17.1 Clases de Daños

Las clases de daños, así como figuras de las reparaciones adecuadas, serán las que se encuentra en las secciones de este manual que cubren por separado los diversos conjuntos principales de la aeronave, generalmente las clases son:

- **Daño permitido.**- algunos tipos de daños son permisibles, no tiene restricciones de vuelo si la condición puede ser corregida por simple procedimiento por ejemplo una ralladura leve es llamada daño permisible; en el manual de reparaciones estructurales están los límites permisibles de retrabajado.
- **Daño reparable.**- daño que puede ser retrabajado o reparado. A menos que se establezca otra cosa, todas las reparaciones son permanentes. Las reparaciones permanentes cumplen todos los

requerimientos regulatorios y no tiene requisitos asociados de inspecciones fuera de aquellos que se deben efectuar durante el mantenimiento normal. Las reparaciones limitadas en tiempo y provisionales, las cuales no son necesarias permanentes, proporcionan como soluciones prácticas a los problemas de reparaciones que de principio no pueden practicarse.

- **Daño por reemplazo de partes.-** daño donde la parte debe ser reemplazada; cuando supera el 50% de la parte o miembro estructural es decir cuando ya no hay una solución recomendable en la parte.

La sustitución de piezas dañadas en lugar de repararlas es en algunos casos lo más conveniente o necesario.

2.17.2 Tipos de Daños

Cualquiera de los defectos en estructuras primarias o secundarias definidos se continuación:

- **Abolladura:** Daño causado por el golpe de un objeto que provoca una deformación sin pérdida de material.
- **Corrosión:** Fenómeno de degradación del material causado por un proceso electro-químico generado en la estructura por las condiciones ambientales y las características del material.
- **Picadura (melladura):** Hendidura causada por el impacto de un objeto pequeño que provoca una pérdida de material.
- **Ralladura:** Daño con pérdida de material causado por un elemento punzo- cortante, sin comprometer la integridad de la estructura.
- **Rajadura:** Falla estructural que se entiende como menor cuando aún no ha comprometido la integridad estructural de la aeronave. Estas rajaduras son generalmente causadas por sobrecarga, concentración de tensiones, corrosión o por fatiga de material, cuyo desarrollo no controlado puede comprometer la estabilidad estructural con consecuencias catastróficas.

2.18 Corrosión

La corrosión es una acción electro-química compleja que causa que los metales se transformen en sus sales y óxidos.

Aunque este fenómeno complejo se da naturalmente los mecanismos de corrosión son relativamente simples y directos. Para que se forme la corrosión se debe cumplir tres requerimientos:

- La existencia de diferencia de potencial eléctrico dentro del metal.
- La existencia de un conductor entre estas dos áreas de diferente potencial eléctrico
- La existencia de alguna forma de electrólito o fluido cubriendo las dos áreas.

2.18.1 Tipos de Corrosión

Los siguientes tipos de corrosión que se han reportado en los aviones:

- **Oxidación.**- Una de las formas más simples de corrosión y quizás la más familiar la corrosión seca o como se le conoce generalmente Oxidación, cuando un metal como el aluminio se expone a un gas conteniendo oxígeno ocurre una reacción química en la superficie entre el metal y el gas. En este caso dos átomos de aluminio se unen a tres átomos de oxígeno para formar óxido de aluminio, si es hierro o acero (metal ferroso) dos átomos de hierro se unen a tres de oxígeno y forman un óxido de hierro o herrumbre.
- **Corrosión superficial uniforme.**- Donde el metal desprotegido se expone a una atmósfera contaminada por humos de batería, gases de escape o contaminantes industriales existirá un ataque muy uniforme sobre la superficie completa. El deslustrado de la superficie es causado por cantidades microscópicas de metal convertido en sales de corrosión. Si estos depósitos no se remueven y se protege la

superficie contra ataque posterior, se formara una superficie rugosa por puntos de corrosión.

- **Corrosión por picadura.**- Un proceso lógico de una corrosión superficial uniforme, si se deja sin tratamiento se convertirá en picaduras. Los puntos forman áreas anódicas bien localizadas. La acción corrosiva continua hasta que el porcentaje apreciable del espesor del metal se convierte en sales la cual puede en casos extremos comer completamente a través del metal. Las picaduras pueden ser detectadas por apariencia de depósitos de polvo blanco sobre la superficie.
- **Corrosión intergranular.**- se produce por el mal tratamiento térmico, la corrosión intergranular ocurre dentro del metal, mucho más frecuente que en la superficie, es difícil detectarla sin equipo de ultrasonido o rayos X y el único arreglo practico y seguro para la corrosión intergranular es el remplazo de la parte.
- **Corrosión por exfoliación.**- este tipo de corrosión es simplemente un caso extremo de corrosión intergranular. Ocurre principalmente en materiales extruidos tales como canales o ángulos donde la estructura del grano es más laminar (similar a una capa) que en las láminas roladas o fundiciones. Este tipo de corrosión ocurre a lo largo de los límites del grano y causa que el material se separe o delamine. Como con otros tipos de corrosión intergranular, con el tiempo se hace evidente sobre la superficie, la resistencia del metal disminuye grandemente.
- **Corrosión galvánica.**- este tipo de corrosión ocurre en cualquier momento en que se representen estas dos condiciones:
 - 1.- Dos metales disimiles entre en contacto de tal manera que esto proporcione una trayectoria para el flujo de electrones.
 - 2.- Sus superficies comunes se curan con el mismo material para que sirva como un electrolito.Esto ocurre donde las pieles de metales disimilares se remachan juntas, o donde los registros de inspección de aluminio se fijan a la

estructura con tornillos de acero. Cuando metales del mismo grupo galvánico, se unen, muestran poca tendencia a la corrosión galvánica. Pero, los metales de un grupo se corroen cuando entran en contacto con los de otro grupo.

- **Corrosión en celdas de concentración:**

Celda de concentración de oxígeno.- cuando el agua cubre la superficie de un metal como las pieles de aluminio de un avión, y algo se escurre en las roturas entre las uniones por traslape de láminas, se puede formar la corrosión por celdas de concentración: el agua en un área abierta rápidamente absorbe oxígeno formando aire, entonces se atrae electrones del metal para formar iones negativos de hidróxidos. Esta se forma bajo calcomanías, casquillo sobre tubos de aluminio o bajo cabezas de pernos y tornillos.

Celda de concentración de ión metálico.- el potencial eléctrico dentro de un metal y de los diferentes metales que forman la aleación, se puede causar una diferencia de potencial si un electrólito teniendo una concentración diferente de iones del metal cubre la superficie. La superficie de un avión se cubre con una película de agua. Como sucedió en la corrosión por celda de oxígeno, cuando el agua absorbe oxígeno, este toma electrones del metal y forma iones negativos de hidróxido. Cuando estos electrones fueron tomados del aluminio dejó iones positivos de aluminio.

- **Corrosión bajo tensión.-** La corrosión bajo tensión de las aleaciones de aluminio se debe a la corrosión electroquímica en conjunto con los esfuerzos de tensión sostenida, tanto aplicada como residual. Una grieta por lo general, se produce en el plano de separación de una pieza forjada, a lo largo de la longitud de una extrusión en el radio de la esquina, o a lo largo de una línea de elementos de fijación en una nervadura o larguero.
- **Corrosión por esfuerzos.-** otro tipo especial de corrosión intergranular es la corrosión por esfuerzos. Esto ocurre cuando el metal está sujeto a un esfuerzo de tensión en la presencia de un

medio ambiente corrosivo. Los esfuerzos en el metal pueden venir de un temple inadecuado después de un tratamiento térmico o del ajuste de interferencia de un afianzador. Ya que la corrosión por esfuerzos puede ocurrir solamente en la presencia de esfuerzos de tensión, un recurso para evitar este tipo de corrosión en algunas partes de aleación de aluminio tratadas térmicamente es aplicarles un proceso de endurecimiento por trabajo en frío (shot peen). Un lugar común para que se presente la corrosión por esfuerzos es entre los remaches en una piel cargada alrededor de bujes o herrajes tubulares.

- **Corrosión por desgaste.**- cuando dos superficies están apretadas ajustadamente pero pueden moverse relativamente una con respecto a la otra, pueden corroerse. Estas superficies normalmente no están completamente cerradas como para desalojar el oxígeno hacia fuera de tal manera que ellas desarrollan la película protectora deseable. Sin embargo se destruye por el roce continuo. Cuando el movimiento entre estas dos superficies es pequeño, las virutas entre ellas no tienen oportunidad de escapar y actúan como abrasivo para erosionar aún más las superficies. En este momento este tipo de corrosión se presenta sobre la superficie y consecuentemente ocurre el daño y las partes deben de ser remplazadas.

La aplicación del lubricante correcto puede minimizarse este tipo de daño. La corrosión por desgaste puede ocurrir alrededor de remaches en una piel esto será indicado por depósitos oscuros alrededor de las cabezas de los remaches extendiéndose hacia atrás. Los remaches demostrando este signo de desgaste deben ser remplazados tan pronto sea posible.

- **Corrosión filiforme.**- la formación de una red de filamentos similares a hebras de productos de la corrosión sobre la superficie de un metal con una película de pintura. Se considera una forma de corrosión suave. Normalmente ocurre alrededor de las cabezas de los afianzadores siempre cubiertas por una capa de pintura y donde

está presente una humedad relativa mayor del 65%. Se ha encontrado como activador de este tipo de corrosión un electrolito a base de cloruro de sodio. Se ha probado que la corrosión se controla perfectamente con una capa de Alodine.

2.18.2 Causas de la corrosión

2.18.2.1 Ácidos y álcalis

Para que se forme corrosión sobre un metal debe existir una diferencia de potencial eléctrico y un electrolito. El ácido sulfúrico como se encuentra en las baterías es especialmente activo en la corrosión del aluminio, mientras que una solución débil de ácido crómico o ácido fosfórico se usa como un tratamiento de la superficie para pintura.

El aluminio es más vulnerable a soluciones alcalinas fuertes que ácidos. La estructura de aluminio por ejemplo puede corroerse severamente si permanece sobre un piso de concreto. El agua filtrada con suficiente cal del cemento forma una solución alcalina que corroe el aluminio.

2.18.2.2 Sales

La atmosfera marina y aire sobre algunas de las áreas industriales contiene una gran concentración de sales. Estos químicos se precipitan fuera del aire y forman sobre la superficie del avión. Entonces estas atrapan agua y forman un electrolito efectivo sobre el metal. El magnesio es sujeto al ataque corrosivo de un electrolito formado por una solución salina.

2.18.2.3 Mercurio

Aunque este no es muy comúnmente encontrado en ninguna cantidad alrededor del avión, existe una definitiva posibilidad de que el mercurio puede ser derramado en el avión. No solamente el mercurio es dañino para la estructura del avión, mercurio y vapores de mercurio son también peligrosos para la gente. Si el mercurio es derramado remover cada partícula con una aspiradora que tenga un atrapador de mercurio en la línea

de succión o con un bulbo de succión de hule. Nunca intente remover el mercurio soplándolo con aire a presión. Esto lo diseminara y extenderá el daño. Los cables de control son especialmente susceptibles a daño por mercurio cualquier signo de decoloración por mercurio requiere remplazo de barril.

2.18.2.4 Agua

El agua pura reaccionara con los metales para causar corrosión u oxidación pero el agua que contiene sales de una determinada concentración y otros contaminantes causaran una corrosión mucho más rápida. El contenido de sal y desechos industriales en el agua la hacen más corrosiva. Esto se presenta en zonas costeras y pistas donde la formación de hielo se inhibe con la aplicación de sustancias químicas.

2.18.2.5 Aire

Naturalmente que es imposible aislar la estructura de un avión del aire en el cual existe, pero la presencia del aire es un factor en la deterioración del metal. La sal en el aire y otros compuestos químicos que se asientan en la superficie del avión y atraen humedad del aire. Entonces se tiene el prerequisite clave el electrolito para la existencia de la corrosión.

2.18.2.6 Crecimiento microbial

Nuevos desarrollos trajeron nuevos problemas. Por años, el agua que se condensa en los tanques de combustible producía relativamente problemas de corrosión menor. Para complicar más el asunto, esta agua contiene microbios, es decir animales y plantas vivas de medidas microscópicas. Estos cuerpos orgánicos viven en el agua y se alimentan de hidrocarburos. La oscuridad dentro de los tanques de combustible promueve su crecimiento y antes de que uno lo piense, estas criaturas pequeñas se han multiplicado hasta formar una nata en el tanque.

La solución exitosa para resolver este problema ha sido aplicar aditivos al combustible los cuales matan estos microbios y evita la formación de la corrosión y formación de la nata

2.19 Técnicas de inspección de corrosión

La Inspección de corrosión requerirá un examen visual, un ensayo no destructivo o ambos. Independientemente del procedimiento de inspección propia, las superficies deberán estar adecuadamente limpias para un rendimiento de la prueba o examen. La frecuencia de inspección se establece en el T.O. 1A-378-6 ICC requisito de inspección (tarjetas de trabajo). El uso de técnicas de NDI requerirá personal capacitado y cualificado.

2.19.1 Inspección visual

El examen visual se lleva a cabo en las superficies expuestas a la vista utilizando el ojo desnudo o con la ayuda de una lupa de poder 5-10. Debido al acceso limitado a muchas estructuras, es esencial que un espejo ajustable pueda utilizarse para la inspección de la corrosión en la aeronave. Una buena fuente de luz, como una linterna es necesaria cuando se realizan inspecciones visuales de corrosión en la estructura del avión.

2.19.2 Inspección con líquidos penetrantes

Las roturas por corrosión de esfuerzos algunas veces son difíciles, si no es que imposible, detectar por inspección visual. Estas roturas pueden encontrarse con el uso de la inspección de líquidos penetrantes, sin embargo, este método de inspección es efectivo en metales ferrosos o no ferrosos y plásticos no porosos. El principio de este tipo de inspección es el rociado de un líquido penetrante sobre la superficie a inspeccionar. Este líquido tiene una tensión superficial muy baja por lo que filtrará y penetrará dentro de cualquier rotura que se extienda en la superficie. Después de que el líquido ha tenido el suficiente tiempo para penetrar, la superficie se

enjuaga, limpia de todo líquido y aplica un rociado revelador. Este revelador es un polvo blanco que cubre completamente la superficie y actúa papel secante para chupar el penetrante desde cualquier rotura en el material. El penetrante desde normalmente tiñe de un color rojo brillante y las roturas aparecen como líneas rojas sobre la superficie blanca. Otro tipo de inspección con penetrante usa un penetrante fluorescente y se inspecciona bajo luz ultravioleta o luz negra. Las roturas aparecen como líneas verdes sobre la superficie bajo esta luz especial. La limitación de la inspección con líquidos penetrantes es el hecho de que esto puede fallar mostrando roturas que son solo productos de la corrosión donde el líquido no puede penetrar. También si la rotura esta rellena con aceite o grasa, el penetrante no consigue entrar y no habrá indicación de un defecto. Superficies porosas o rugosas son casi imposibles de limpiar todo el penetrante y no permite que se aplique este tipo de inspección.

- **APLICABILIDAD**

Material ferroso y no ferroso como aluminio, magnesio, acero, aleaciones, plástico y vidrio de superficie no porosa.

2.19.3 Inspección ultrasónica

Uno de los métodos de inspección que recientemente se han aplicado a la inspección de corrosión es el que utiliza energía ultrasónica. En este método de inspección, los pulsos de energía de alta frecuencia, similares a las ondas sonoras, solamente a frecuencias por arriba de la gama audible, actualmente de cerca de 0,5 MHz a 25 MHz (500,00 a 25,000,000 ciclos por segundo) se introducen en la estructura del avión. Existen dos tipos de lecturas las cuales puede utilizarse para la detección de la corrosión; el método de pulso-eco y el método de resonancia.

2.19.3.1 Método de pulso-eco

Un método, un pulso de energía ultrasónica se introduce en la estructura del avión; esta energía viaja a través del material al lado opuesto entonces

rebota de regreso. Cuando regresa el pulso se recibe por el transductor, esto se muestra en la pantalla de un osciloscopio de rayos catódicos, un pico establece en la pantalla la base de tiempos, representando espesor del material. Si existe cualquier cambio en el espesor, como puede ser causa de corrosión, el retorno de la señal ocupara un espacio corto y de esta manera si indicara la cantidad de daño. Este puede ser una rotura u otro defecto del material, causado probablemente por corrosión intergranular, un segundo pico aparece en la pantalla del osciloscopio indicando la posición aproximada del defecto dentro del material.

2.19.3.2 Método de resonancia

Este opera con la base de que, para un material de espesor dado, habrá una frecuencia específica de energía ultrasónica que resuene o produzca la más grande cantidad de retorno. La energía ultrasónica de frecuencia variable se alimenta transductor y la salida se monitorea con un medidor o un indicador audible con un audífono. Cuando se alcanza la frecuencia resonante, el medidor lee el valor más alto o el tono será escuchado en los audífonos. Si el metal se ha perdido por la corrosión, la frecuencia resonante será diferente y la lectura del medidor del volumen del tono será menor. El método de resonancia puede utilizarse para determinar el espesor actual del material por la calibración de la probeta con un espécimen de prueba del mismo tipo de material que el que se está probando.

Las inspecciones ultrasónicas pueden llevarse a cabo por personal altamente calificado y equipado para este procedimiento. Las señales falsas pueden fácilmente disfrazar una falla y se requiere de muchos transductores especiales para diferentes lugares que se requiera inspeccionar. La inspección ultrasónica es principalmente inspección por comparación. La piel en buenas condiciones se mide y cualquier cambio en el espesor puede ser causado por corrosión. Inspecciones posteriores deben de llevarse a cabo para determinar la extensión actual de la corrosión indicada por ultrasonido.

2.19.4 Rayos X

Igual que la inspección ultrasónica, los rayos X se utilizan para determinar desde el exterior de la estructura si existe daño en el interior, los rayos X son una forma de fotografiar para inspección en la cual los pulsos de extremadamente alta frecuencia de radiación electromagnética se pasa a través de la estructura que esta inspeccionándose. La energía a esta frecuencia tiene la habilidad para exponer la película fotográfica. Como esta pasa a través de la estructura, en las áreas de alta densidad pasa menos de la energía de radiación y expone menos película. Después de la exposición, la película se revela como cualquier otro negativo. Áreas donde la densidad es menor, pasara más energía, exponiendo más la película apareciendo oscuras. La inspección con rayos X requiere un adestramiento extensivo y experiencia en la adecuada interpretación de los resultados. El uso de los rayos X involucra peligro porque la exposición a la energía de radiación utilizada en este proceso puede causar quemaduras, daño a la sangre y posiblemente la muerte. Las personas alrededor del equipo de rayos X deben usar una película monitora de radiación la cual se revela al final de un tiempo de exposición para determinar la cantidad de radiación que se ha absorbido. Una medición de sangre debe hacerse periódicamente para las personas involucradas con la toma de placas con rayos X. la cantidad de penetración por rayos X se determina por la cantidad de potencia utilizada.

La aplicación de la potencia menor se le llama rayos X “suaves” y su aplicación es en la detección de corrosión. Este tipo de procedimiento usa únicamente en áreas inaccesibles, generalmente en las alas.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Información General

El avión A-37 es todo de metal, de dos plazas, de lado a lado, jet bimotor de ala baja, diseño de fuselaje semimonocoque.

El fuselaje está construido con largueros, formado por mamparos y largueros, cubiertos por la piel de aluminio. Se compone de la sección nariz, la cabina y de cola, además tiene incorporado un tanque de combustible detrás de la carlinga. Las alas son cantiléver (Ala en voladizo, también llamada cantiléver, se aguanta por sí misma. Todos los elementos estructurales están bajo la superficie aerodinámica, dando una apariencia limpia y sin ofrecer resistencia aerodinámica).

Estabilizadores horizontales y verticales, elevadores y el timón componen el empenaje.

Los motores se montan al interior de la coyuntura de cada ala y llevados por la estructura.

El tren principal y los trenes secundarios son ubicados en las alas y la nariz, respectivamente.

La cabina está cubierta con un canopy transparente con bisagras en la parte trasera. El avión tiene tanques de 95 galones estadounidenses instalados en cada punta del ala y dispone de dos tanques de 100 galones dentro del pylon de cada ala.

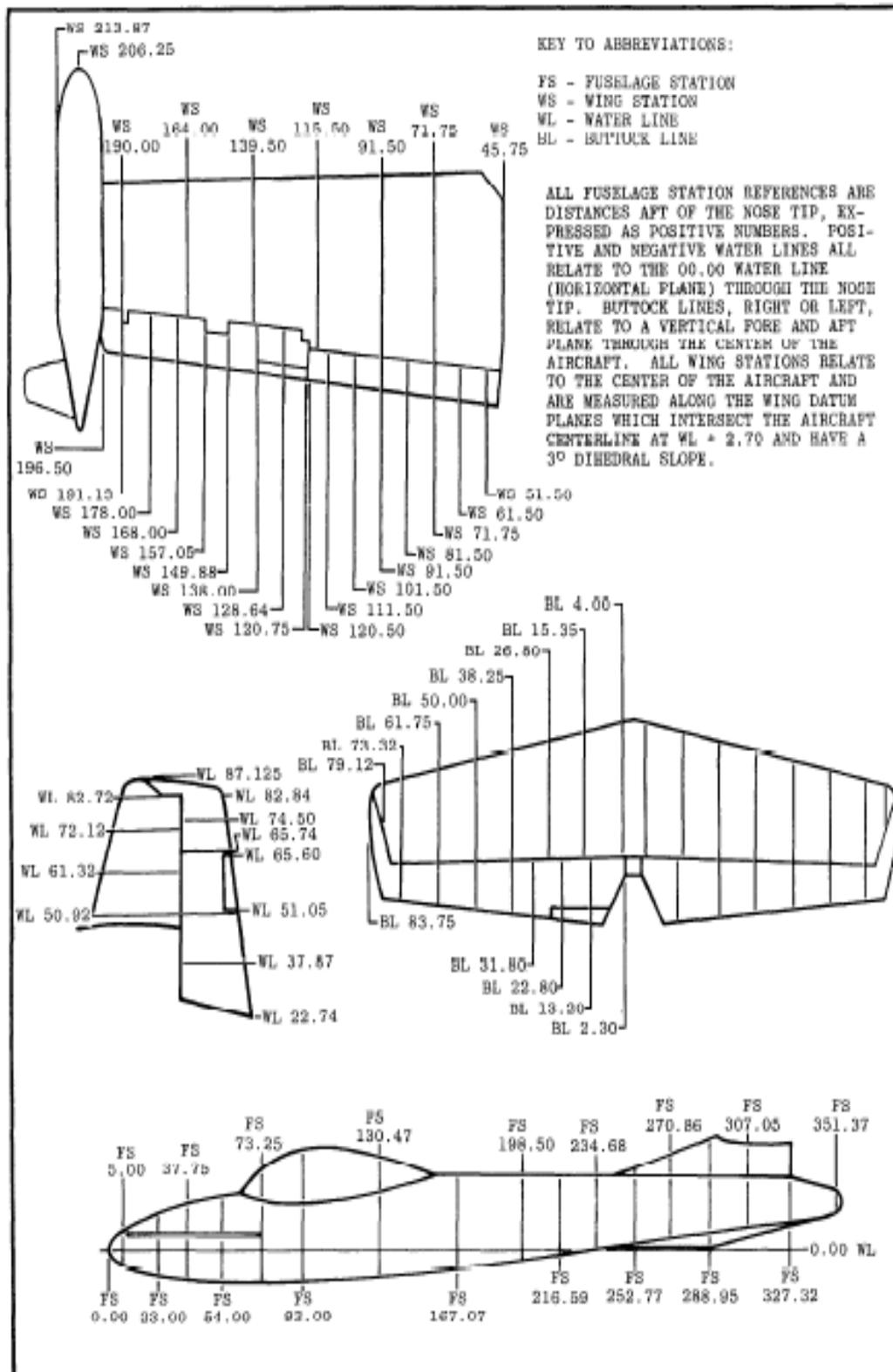


Figura 3. 1. Diagrama de estaciones aeronave A37B

Fuente: SRM A37B

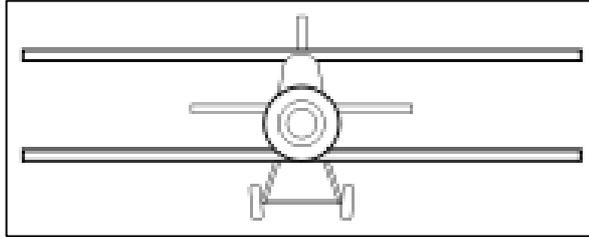


Figura 3. 2. Ala en voladizo

Fuente: <https://es.wikipedia.org>

3.2 Investigación de daños

En este capítulo se detalla los diferentes trabajos o reparaciones a las que se sometió a la aeronave.

Al momento de analizar las condiciones en las que se encontraba la aeronave se pudo visualizar que la estructura de esta se encontraba en muy mal estado, debido principalmente al medio ambiente al que se encuentra expuesta la aeronave.

Empezamos inspeccionando los paneles de piel y elementos estructurales por abolladuras, grietas, roturas, arrugas, o distorsiones.

Se examinó todos los lugares donde los miembros dañados conectan a los miembros adyacentes para encontrar cualquier deformación, abolladura y remaches sueltos o cortados resultantes de las fuerzas de transmisión.



Figura 3.3. Tapas de inspección dañada

Se procede a inspeccionar la estructura de abrochado, piel, telas, elementos rigidizadores y sujetadores sueltos o fallidos.



Figura 3. 4. Broches rotos y/o doblados

Se inspeccionan los remaches cuidadosamente y se sustituyen los remaches dañados. Los remaches nuevos pueden ser de cabeza redonda en la Zona 4.



Figura 3. 5. Remaches salidos y tornillos defectuosos

En el transcurso de la investigación se encontró algunos tipos de daños, para lo cual nos dirigimos al manual el que nos especificó; áreas estresadas, abolladura severa, pequeña punción o grieta en la piel puede considerarse despreciable aun si después de enderezar o detener la perforación el área dañada puede ser encerrada en un círculo de 2 pulgadas.

La figura muestra un área dañada que cumple con la especificación antes nombrada por lo que se procedió a reparar por medio de un enderezamiento para lo que se usó nada más que un martillo de goma.

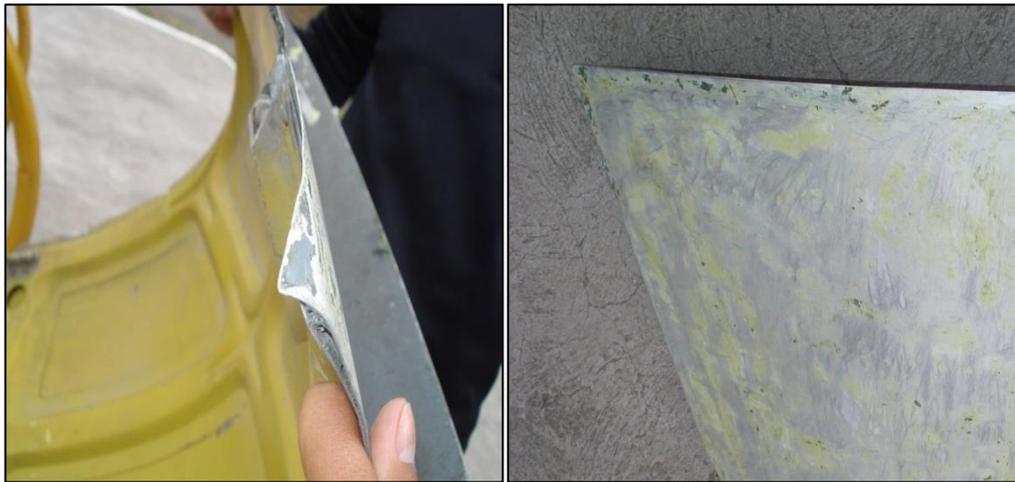


Figura 3. 6. Antes y después de un área enderezada

También se encontró áreas con rayones, los arañazos o muescas deben ser suavizados con el abrasivo para eliminar todo el daño.



Figura 3. 7. Rayones en la pintura

3.3 Evaluación de daños por corrosión

La corrosión es un proceso natural y su prevención es casi imposible, pero se puede controlar. El técnico de aviación debe evitar o remover uno o más de los requisitos para la existencia de la corrosión. Logrando con esto longevidad de la estructura del avión.

- **Finalidad**

El diseño estructural de las aeronaves tiene poco margen para el debilitamiento de sus partes metálicas. Por lo tanto la prevención de la corrosión y el tratamiento de la misma son de suma importancia. La corrosión es un proceso continuo que requiere una vigilancia constante.

- **Alcance**

El SRM nos proporciona información de mantenimiento específico, no figura en las órdenes técnicas de la serie en general relacionadas con el control de la corrosión. Se proporcionan instrucciones para la determinación de la ubicación y la extensión de los daños por corrosión; para la eliminación de la corrosión y para el tratamiento de la zona dañada después de retirar la corrosión.



Figura 3. 8. Daños por corrosión

3.4 Corrosión en áreas propensas

Hay corrosión en ciertas zonas propensas, comunes en todos los aviones y algunas o todas estas áreas se aplican a los aviones A37B.

Áreas alrededor de sujetadores.- la aeronave cuenta con miles de sujetadores para las superficies exteriores y las áreas alrededor de estos sujetadores son los puntos conflictivos. Aquí podemos observar tornillos y remaches corroídos este problema está relacionado directamente a dos cosas: las altas cargas operacionales y la susceptibilidad del material de revestimiento.



Figura 3. 9. Sujetadores corroídos

Las altas cargas han hecho que la pintura se agriete alrededor de elementos de fijación, lo que proporciona un camino para la entrada de electrólito. Sabemos que no hay pintura disponible que sea lo suficientemente flexible para no romperse en estas condiciones.

Uniones a tope y por traslape.- es uno de los primeros lugares donde se evidenció la corrosión, sobre las superficies de un avión a lo largo de las uniones a tope y con traslape, aquí frecuentemente aparece la corrosión por

celda de concentración. Debido a que el agua o solventes de limpieza quedaron atrapados en las uniones y así formaron un electrolito efectivo.



Figura 3. 10. Corrosión en traslapes

Bisagras tipo piano.- la acumulación de suciedad, polvo y humedad conservada entre el perno y/o el cuerpo de la bisagra, han permitido que se desarrolle la corrosión. Este perno se ha llenado de herrumbre y se a atorado en la bisagra aun rompiéndolo se vuelve casi imposible removerlo. Las bisagras tipo piano deben conservarse tan limpias y secas como sea posible y hay que lubricarlos con spray que desplace el agua y forme una película extremadamente delgada de lubricante; una que no sea pegajosa o atraiga polvo.



Figura 3. 11 Perno corroído

Cajas de tren de aterrizaje.- estas son tan difíciles de inspeccionar, debido a que esta estructura se encuentra debajo, donde es imposible inspeccionar a través de pequeños registros. En esta aérea se ha generado corrosión debido a la acumulación de agua, esto sucede cuando los agujeros de drene se tapan. La inspección de estas cajas debe ser minuciosa, todos los drenes abiertos y el área completa rociada con una película de lubricante desplazador de agua.



Figura 3. 12. Corrosión en la caja del tren de aterrizaje

Es importante eliminar completamente la corrosión de los pozos para proporcionar una superficie que permitirá la adhesión de los revestimientos protectores y para prevenir el ataque corrosivo continuado.

3.5 Enmascaramiento

Antes de proceder con el decapado se enmascaró la aeronave bajo la especificación MIL-C-38334, que establece el manual para proteger a todos los elementos de fibra de vidrio, cúpulas, antenas, ventanas, aceros de alta resistencia.



Figura 3. 13. Papel barrera.

Las áreas enmascaradas/protegidas antes del decapado son:

- Tren de aterrizaje y pozos de engranajes.
- Cúpulas, antenas y parabrisas.
- Toldos Paneles de fibra de vidrio.
- Aberturas de escape del motor sujetadores sueltos o faltantes.
- Todas las grietas de borde, costuras y bisagras de puertas, toldos, paneles de acceso y las alas.
- Agujeros de drenaje.
- Conductos de entrada de aire para motores y otros equipos.



Figura 3. 14. Aeronave enmascarada

3.6 Remoción de pintura

El mantenimiento adecuado de los acabados es esencial para proteger la aeronave contra la corrosión, dentro de la preparación del acabado de la aeronave se tomaron en cuenta varios factores en la que incluyen el entorno adecuado (medio ambiente) tanto para la aeronave como para el personal, la eliminación del acabado viejo y la limpieza y el tratamiento de las superficies afectadas para aceptar el nuevo acabado. La remoción de pintura también es necesaria para ciertas técnicas de inspección a la corrosión.

- **Advertencia**

Hay que asegurarse de que los soportes que rodean la aeronave están asegurados y conectados a tierra de acuerdo con los manuales de mantenimiento aplicables. El mecánico debe vestir ropa protectora adecuada y equipo durante la limpieza, remoción de pintura, tratamiento de superficies y procesos de acabado. Del incumplimiento de esta advertencia pueden resultar lesiones al personal y daños a la aeronave y equipos.

3.6.1 Extracción mecánica de pintura

Antes de realizar cualquier método de remoción de pintura se procedió a limpiar la aeronave, esto se puede hacer con un paño humedecido en agua o agua y jabón, o también se puede usar una hidrolavadora con la que cuenta el taller de mantenimiento menor de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Lijado manual para la eliminación de pintura.- este método de remoción de pintura se utilizó en áreas de fibra de vidrio reforzada, también se puede usar en superficies de plástico. Se utilizó papel lija número 320 de grano fino que establece el SRM. Al finalizar el lijado se elimina los residuos con paños libres de pelusa, limpios y humedecidos con solventes.



Figura 3. 15. Áreas compuestas de fibra de vidrio

- **Advertencia**

Mantenga MEK (disolventes) lejos de chispas y llamas. Use sólo en áreas bien ventiladas.

Evitar la inhalación prolongada de los vapores.

Evitar contacto con ojos y repetido con la piel.

3.6.2 Remoción Química

Antes de utilizar cualquier removedor de pintura con el que no se esté familiarizado, es recomendable probar sobre una superficie similar a la que se pretende despintar.

- **Advertencia**

Mantenga el removedor lejos de chispas y llamas. Use sólo en áreas bien ventiladas. Evite la respiración prolongada de los vapores. Evite el contacto con los ojos o piel.

Si los removedores de pintura se derraman o salpican la piel, el área debe lavarse inmediatamente con agua abundante y conseguir atención medica lo más pronto posible.

Este tipo de método de remoción de pintura se usó en el 99% de la estructura de la aeronave.

De la siguiente manera:

- En primer lugar se procedió a limpiar la aeronave, esto se puede hacer con un paño humedecido en agua o agua y jabón, o también se puede usar una hidrolavadora con la que cuenta el taller de mantenimiento menor de la Unidad de Gestión de Tecnologías.



Figura 3. 16. Hidrolavadora

- Una vez removida toda la suciedad se procede a secar las áreas con un trapo limpio.
- Posteriormente se aplicó removedor de pintura, con la ayuda de una brocha pequeña se esparce sobre toda el área. Lo más recomendable es aplicar el removedor por partes para no desperdiciar materia.



Figura 3. 17. Aplicación de removedor de pintura

- Los resultados del desprendimiento de la pintura se fuerón dando a los 15 a 20 minutos aproximadamente hasta que la pintura se hinchó y se arrugó, esto no se da siempre en todos los casos ya que depende del clima para que la pintura empiece a levantarse. Lo más recomendable para trabajar con el removedor es en días soleados ya que aquí se obtiene mejores resultados



Figura 3. 18. Efecto del removedor de pintura

- Por último se retiró la pintura vieja por completo, es indispensable realizar este procedimiento con una espátula de plástico. Y lavar nuevamente la aeronave.



Figura 3. 19. Remoción de pintura

Es muy probable que se tenga que usar un cepillo cerdas rígidas alrededor de las cabezas de los remaches y a lo largo de las uniones para conseguir que toda la pintura muy adherida se desprenda.



Figura 3. 20. Pintura muy adherida

3.7 Remoción y tratamiento de la corrosión

La primera y más importante etapa en el control de la corrosión es la limpieza completa del avión. Para lo que se usó una emulsión limpiadora para remover mugre, suciedad, residuos del escape, aceite seco y depósitos de grasa. Como el avión se encontraba en un lugar adecuado no se lo movió ya que el manual establece; la aeronave debe estar estacionado en un lugar de lavado o en un área donde se puede lavar a manguera, preferiblemente donde el sol no seque la superficie antes de que el limpiador tenga el tiempo para penetrar la película.



Figura 3. 21. Aplicación de emulsión limpiadora

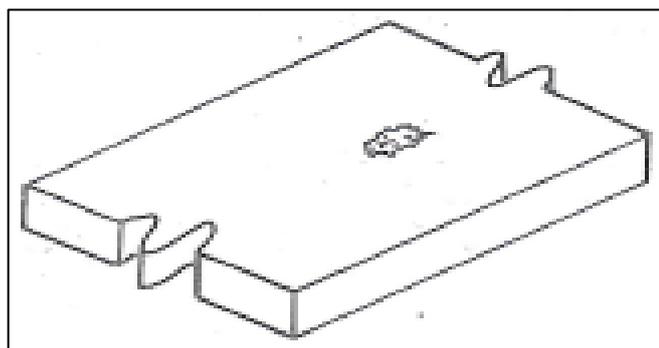


Figura 3. 22. Daño por corrosión antes de ser trabajado

Fuente: SRM A37B

El hoyo se ha limpiado en medida que sea posible con los productos de corrosión.

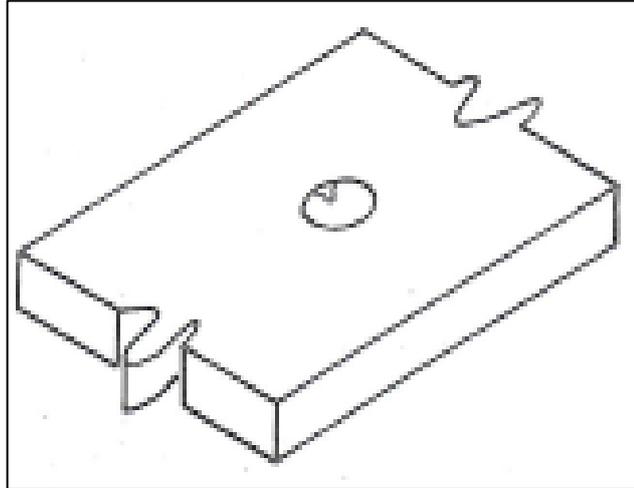


Figura 3. 23. Depresión después de eliminación de la corrosión

Fuente: SRM A37B

Los bordes ásperos se han suavizado y toda la corrosión se ha quitado.

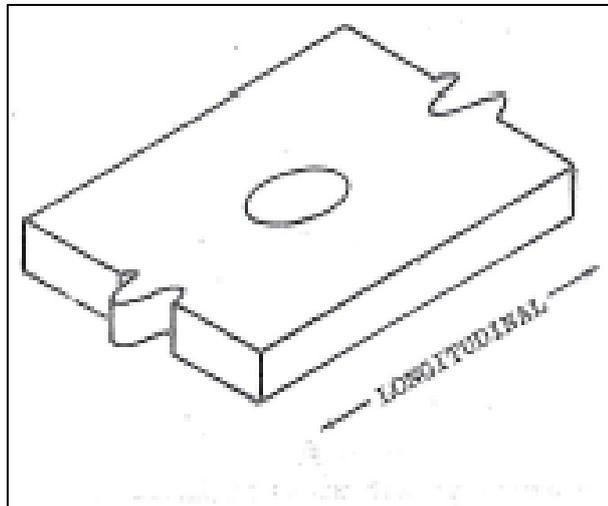


Figura 3. 24. Después de repartir la mezcla

Fuente: SRM A37B

La relación y dirección final de la superficie se muestra en la figura, la suavidad del área reelaborada será mayor, la superficie debe ser por lo menos tan suave como la original.

3.8 Control de la corrosión

Se puede asegurar que la corrosión solamente se controla eliminando uno o más de los requerimientos básicos para su formación:

- Puede evitarse la diferencia de potencial eléctrico dentro del metal.
- Puede aislarse la trayectoria conductora entre las áreas de diferente potencial.
- Puede eliminarse cualquier electrolito que puede formar una trayectoria conductora sobre la superficie del metal.

Ciertas operaciones básicas completan lo anterior:

3.8.1 Limpieza

Para cumplir con esta operación, como ya se mencionó anteriormente se usó la hidrolavadora, esta máquina ha sido de mucha ayuda para agilizar el trabajo ya que de hacerlo con paños se demoraría mucho.

Para controlar la corrosión de aquí en adelante se debe contar con una superficie limpia, pulida para evitar que la corrosión se inicie. Todas las aberturas de drene deben conservarse limpias. Los depósitos de agua los cuales se han formado en la parte del escape del motor deben removerse antes de que se aglutinen sobre la superficie y causen la formación de la corrosión.

3.8.2 Películas inhibidoras

Para proteger la estructura de la aeronave de la corrosión se usó el anticorrosivo más común Primer, usando un paño humedecido con este producto se empañó toda la aeronave. Este proceso también ayuda para la fácil adherencia de la nueva pintura.



Figura 3. 25. Anticorrosivo

3.8.3 Uniones por traslape de pieles

Después de que las pieles se han cortado a la medida, ajustado y taladrado, hay que aplicar al menos una capa de primer cromato de zinc.

3.9 Procedimientos para quitar remaches

En la aeronave se encontró una gran cantidad de remaches en muy mal estado, lugares donde no fueron removidos en su totalidad y en otros donde ni siquiera habían remaches, por lo que se procedió cambiar por remaches nuevos.

Para quitar los remaches existentes; se sigue una operación en la que debe ponerse un especial cuidado para no estropear el material. Así:

- Se hace a través de la cabeza de cada uno de los remaches un taladro de diámetro aproximadamente igual al de la espiga, procurando que en su inicio y desarrollo se mantenga exactamente en el medio para no exponerse a ensanchar el alojamiento; corrientemente la cabeza se sale en cuanto la broca penetra la distancia debida. Después de sacar la cabeza, se retira la espiga por medio de un botador.



Figura 3. 26. Taladrado de remaches



Figura 3. 27. Botadores

Hay que tener mucho cuidado de que los taladros no estén ovalados o ensanchados por encima de las tolerancias establecidas. De ocurrir así, debe taladrarse de nuevo al diámetro del remache inmediatamente superior.

3.10 Colocación de los Remaches cherry

Los remaches usados en la aeronave fueron los remaches cherry de cabeza redonda, este proceso consistió en hacer taladros en las piezas con un diámetro ligeramente mayor al del remache original.



Figura 3. 28. Agujeros para remaches nuevos

Una vez hechos los taladros no olvidarse quitar las rebabas de los bordes de los taladros, meter el remache en éstos y trabajarlo con la pistola de remachar adecuada para este tipo de remache.



Figura 3. 29. Remachado de remaches cherry

El proceso para poner estos remaches empieza cuando se instala el primero, la espiga se rompe por sí misma al ejercer la presión suficiente para aplastar el remache; se corta el muñón remanente y se lima de forma que la

superficie quede perfectamente lisa. Para acoplar el tipo hueco se saca completamente la espiga a través del remache.

3.11 Colocación de los remaches Embutidos

Este tipo de remaches se usaron para la elaboración del parche circular que se colocó en la aeronave. Para instalar este tipo de remaches es necesario que la cabeza quede enrasada con la superficie.

Esta depresión se efectuó por medio de una broca de avellanar o avellanador.



Figura 3. 30. Avellanado

Para el proceso de remachado de este tipo de remaches se usó la pistola de neumática.



Figura 3. 31. Pistolas de remachar

El uso de la pistola consiste en ajustarla de modo que quede formada la cabeza convenientemente con el menor número de golpes posible; cuando no es así el remache puede quedar agrio y la cabeza no resultar adecuada.

Si las pistolas se manejan y cuidan adecuadamente, incluyendo la lubricación y limpieza, pueden proporcionar servicios mejores y más duraderos y obtener una mayor perfección en el trabajo realizado.



Figura 3. 32. Remachado

La búterola se utiliza como se indica en la figura, apoyándola firmemente contra la espiga del remache, en tanto que la pistola con el útil adecuado se aplica a la cabeza fabricada. Es esencial que la búterola esté colocada contra la espiga del remache antes de actuar sobre éste, pues de no ser así se estropearía la plancha que se cose.

3.12 Elaboración de parche

3.12.1 Metodología

El parche elaborado para colocar en la aeronave es un parche circular de dos hileras, que consiste en dibujar primero en papel el contorno del área recortada. Luego se traza dos círculos uno con un radio igual al radio del área recortada más la distancia del borde y el otro con un radio de $\frac{3}{4}$ de pulgada más grande.



Figura 3. 33. Trazado de círculos

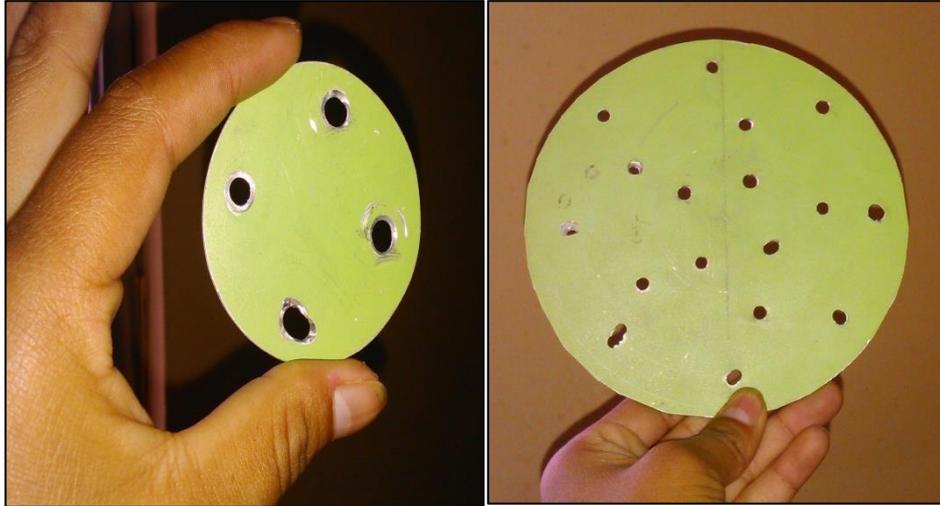


Figura 3. 34. Corte de círculos

Del total de número de remaches requeridos se ubica los $\frac{2}{3}$ a lo largo de la hilera exterior y el $\frac{1}{3}$ para la hilera interna. Tomando como centro cualquiera de las dos marcas de remaches adyacentes, se traza arcos que se intersequen: luego trace una línea desde el punto de intersección de los arcos hacia el centro del remache.

3.12.2 Procedimiento

Una vez señaladas las medidas en la lámina se procedió a cortar con la rápida tomando en cuenta que siempre hay que cortar un poco antes de la señal para que no se nos pase, luego podemos retocar con la lima.

Una vez que los tres círculos están cortados y ya están limados por completo procedemos a taladrar con la broca # 5-21.

En el parte del parche más pequeño van 4 remaches, estos van a un BD de $\frac{5}{64}$.

Calculo:

Diámetro de la rotura (Dr)= **2"**

Espesor (T)= **0.50**

Diámetro de remache (DR)= $T \times 3 = 0,50 \times 3 = 5/32$

Borde de Distancia (BD)= $DR \times 5/2 = 5/32 \times 5/2 = 25/64$

Paso Transversal (PT) = $3/4$

Número de remaches (N.º) = $DR/BD = 2'' \times 5/32 = 64/5 = 12.8 = 13$ remaches

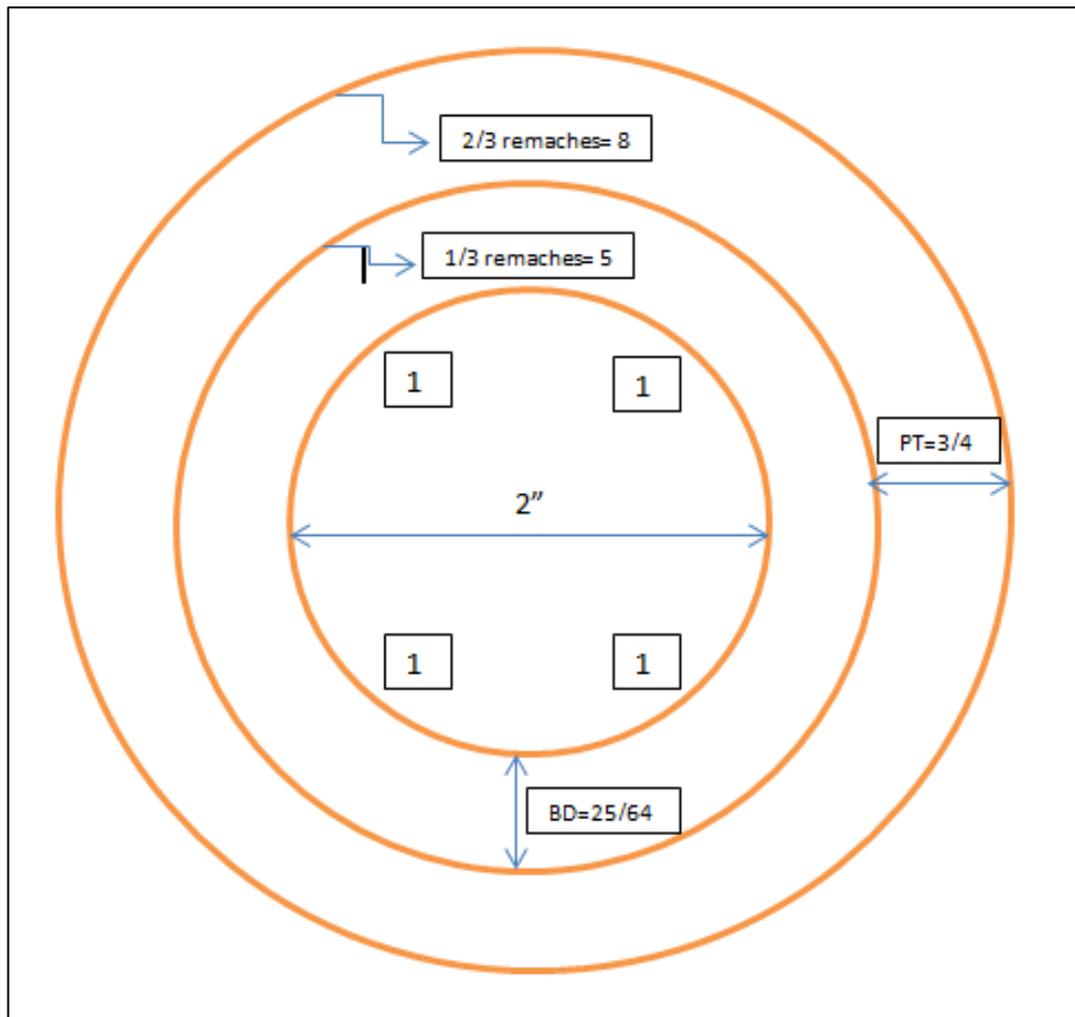


Figura 3. 35. Parche circular

3.12.3 Elaboracion de reparaciones de policarbonato

En las diferentes reparaciones que se realizarón en las piel de la aeronave, el material fue sustituido, es decir no se utilizó aluminio, se optó por usar policarbonatos (mica).



Figura 3. 36. Planchas de policarbonatos

Estas son las planchas que serán cortadas y moldeadas para para que tomen la forma de la reparación deseada.



Figura 3. 37. Corte de micas

Para realizar el corte de las micas se utilizó una amoladora de banco con disco de desbaste de metal A46.



Figura 3. 38. Celdas de combustible

Estas celdas de micas se han colocado intercaladamente, es decir la primera es la celda original la siguiente es de mica.



Figura 3. 39. Borde de ataque

Para realizar las micas de esta área se tuvo que calentar la mica y a medida que se iba enfriando se le da la forma aerodinámica.



Figura 3. 40. Moldeado de micas

En esta y otras áreas que se necesitaba de un pequeño ángulo de doblamiento se usó una pistola de calor que ayuda a doblar la mica calentándola.



Figura 3. 41. Tapas de inspección

El proceso de elaboración de estas tapas es similar al de las celdas de combustible.

Para poder tener un margen exactitud, las medidas de las diferentes reparaciones fueron tomadas del SRM.



Figura 3. 42. Tanque de combustible

Se realizarón estas formas para simular los tanques de combustible auxiliares de punta de ala para que los alumnos puedan visualizar los ductos de abastecimiento de combustible hacia los tanques principales.



Figura 3. 43. Montaje de micas

3.13 Acabado de la superficie

La pintura aeronáutica cumple funciones básicas y representa el capítulo final de la presente tesis “REPARACION ESTRUCTURAL DE LA AERONAVE CESSNA A37B DE LA UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS”.

El acabado aplicado a esta aeronave tiene un propósito más que el ser solo decorativo. La pintura forma una película protectora la cual excluye el oxígeno o la humedad del contacto con el metal. De esta manera se prevendrá la corrosión. La pintura utilizada para el acabado de la aeronave es de esmalte.

3.13.1 Preparación de la superficie

- La limpieza fue un punto importante al momento de realizar el acabado por lo que procedió a lavar muy bien la aeronave con agua, agua y jabón y limpiadores a base de agua con la finalidad de eliminar la suciedad de la superficie que se iba a pintar.
- Las labores comienzan con el enmascaramiento de las zonas delicadas, como el canopy, tomas de aire, ranuras o antenas y neumáticos del tren de aterrizaje.



Figura 3. 44. Enmascarado para el acabado

- Se lija para quitar la suciedad, rugosidad o algunos sobrantes de pintura vieja de la estructura.



Figura 3. 45. Lijado

En la industria aeronáutica se dan las especificaciones de la aplicación de pintura como de los recubrimientos a través de manuales dados por el fabricante de la aeronave tales como SPM (Estandar Practice Manual), SRM (Structural Repair Manual) y CPCP (Corrosion Prevention and Control Program).

En esta ocasión, nos hemos centrado en el modelo Cessna A37B, utilizándolo como referencia su SRM para conocer los inconvenientes en las técnicas de pintado de la aeronave.

3.13.2 Preparación

- Seleccionar la pintura.
El proceso requiere de aproximadamente 159 litros de pintura color blanco esmalte.
- Utilizar siempre un filtro de 2.000 mallas, filtrando el esmalte dos veces.
- Controlar la viscosidad según las recomendaciones de los fabricantes.

- Instalar un reductor de presión con filtro de la mejor calidad en el exterior.

3.13.3 Pre-pintado

La pintura se distribuye en dos fases, personalización del diseño (base) y capa final (protectora).

Utilizar una pistola con boquilla de 1,2 realizando el proceso de abanico y a presión no superior a 4 kg/cm².



Figura 3. 46. Primera capa de pintura

3.13.4 Pintado

Dar la primera mano de pintura con 1 ó 2 segundos de viscosidad superior.

Diluir la pintura para la segunda mano.

Esperar el tiempo necesario entre manos para evitar el corrugamiento.

para facilitar la adhesión de la pintura y se aplican las capas primero en fuselaje y luego sobre el ala.

El tipo de pintura usada es esmalte; son pinturas caracterizadas por su capacidad para formar superficies suaves, que habitualmente presentan un

alto brillo, aunque también pueden ser mates en distinto grado. Los esmaltes pueden secar al aire o en horno, realizándose este proceso por oxidación de forma que las cadenas moleculares de corta longitud se enlazan al contacto con el oxígeno al evaporarse el disolvente.

El hecho de que curen con el contacto con el aire significa que lo hacen por el exterior por lo que el endurecimiento evita la difusión del oxígeno hacia las capas interiores, siendo por tanto desaconsejable el dar capas de espesores gruesos.

Además de los conocidos métodos manuales de aplicación sobradamente conocidos tales como brocha y rodillo se utilizan aplicaciones consistentes en el rociado de la pintura mediante una pistola.

3.13.5 Pulverizado Aerográfico

El pulverizado de la pintura se realiza con una pistola por la que se hace pasar una corriente de aire que por efecto Venturi aspira la pintura del depósito que la contiene, creando una niebla también impulsada por la corriente de aire que se dirige contra la pieza a pintar.

Es un procedimiento barato, de calidad aceptable y válido donde se requiera buena uniformidad y apariencia.

Sus inconvenientes se derivan del alto consumo de pintura que se produce en la atomización y en la aspiración del local donde se realiza el pintado, el aire empleado debe ser seco y exento de aceite.

Este es el método utilizado para realizar el pintado de las piezas del Cessna, excepto aquellas zonas de difícil acceso que serán pintadas con pincel. Para el pulverizado aerográfico se utiliza una pistola: SAGOLA F75, que es una pistola de gravedad y que tiene las siguientes características:

- Sistema Media Presión con mayor transferencia que sistemas convencionales
- Pistola idónea para la aplicación de acabados con rapidez

- Pistola de poco peso y muy ergonómica
- Un sólo eje mecánico y reducción en el número de piezas
- Consumo de aire en versión estándar: 350 l/min.
- Presión de trabajo de entrada 3,5 bar/máx.

Es importante resaltar que bajo la capa de pintura no deben de existir trazas de oxígeno y humedad para evitar el inicio de la corrosión. Si la superficie de la pieza tiene muestras de óxido, su combinación con el aire contenido en las bolsas que se forman al aplicar la pintura, da lugar a una nueva corrosión que avanzará de adentro hacia afuera rompiendo la capa de pintura dando lugar a un proceso que acabará por destruir la pieza.



Figura 3. 47. Acabado final de la aeronave

3.14 Señalización

La señalización estuvo centrada en las áreas de entrenamiento que son todas las áreas de policarbonato. Además de la señalización referente a la institución.



Figura 3. 48. Señalización

3.15 MANUAL DE MANTENIMIENTO

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	UGT
	REPARACIÓN ESTRUCTURAL DE LA AERONAVE CESSNA A37B DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS	FECHA: FEBRERO 2015
	Elaborado por: Pillajo Cantuña Aida Lorena Aprobado por: Tlgo. Isaac Sandoval	Nº. Revisión:

1. Objetivo

Proporcionar a los alumnos de la Unidad de Gestión de Tecnologías la información necesaria para realizar el mantenimiento de la aeronave Cessna A37B.

2. Alcance

Las instrucciones de mantenimiento que se propician en este manual van dirigidas a los estudiantes de carrera de Mecánica Aeronáutica, para que puedan entrenarse en los diferentes trabajos estructurales que se le realizan a las aeronaves, al mismo tiempo para que mantengan en buen estado la aeronave cuyo propósito actual es el de una maqueta didáctica.

3. Equipo de protección personal





4. Herramientas

- Destornilladores
- Berbiquí
- Pinzas
- Aspiradora
- Brocha pequeña

5. Máquina para lavar la aeronave (Hidrolavadora)

6. Material

- Tela pañal
- Disolvente
- Agua jabonosa

7. Mantenimiento

Se ha dispuesto que la aeronave sea sometida a un Mantenimiento Menor, es decir mantto que se realizará semestralmente y anualmente. Donde habrá una serie de puntos que se deberán verificar.

Mantenimiento Semestral

- Lavar la aeronave con agua o agua y jabón, la maquina necesaria para este trabajo es la Hidrolavadora la cual podemos encontrar en el taller de mantto menor de la UGT.
- Verificar que todas las áreas de entrenamiento (micas) se encuentren en sus respectivos lugares y debidamente atornillados.

- Realizar una limpieza interna para evitar la acumulación de polvo u otras partículas que pueden influir en el deterioro de la estructura, con la ayuda de una aspiradora pequeña o brocha.

Mantenimiento Anual

- Inspeccionar algún tipo de daño que se ha podido ocasionar en la estructura debido a que la aeronave se encuentra expuesta al entorno.
- Realizar inspecciones para determinar algún tipo de corrosión, empezando por una inspección visual en las áreas más propensas, de encontrarse algún tipo de corrosión que requiera un NDI, acudir a la estación de NDI de la UGT, ubicada en el bloque 42.
- Para el mantto de las áreas de entrenamiento (micas), se debe seguir un proceso de pulido, de la siguiente manera:
 - Empezar con una lija 1200.
 - Sigo con una de 1600-1800.
 - Termino con una de 2000 mínimo o más.
 - Aplicar pulimento que sería lija del 4000 al 6000.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

- La aeronave fue sometida a los respectivos procedimientos de investigación de daños y se le realizó las reparaciones necesarias.
- Entre las reparaciones más evidenciables que se realizaron en la aeronave CESSNA A37B están las del cambio de ferretería, reparaciones en la piel y acabo o pintura, esto con el fin de devolverle uno de sus propósitos a la aeronave ya no en vuelo sino en tierra.
- A fin de optimizar la manera de aprendizaje de los alumnos la aeronave cuenta con áreas de entrenamiento, en las cuales los alumnos podrán apreciar y trabajar en áreas internas de la estructura.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar la aeronave como una herramienta más de educación práctica y por tal motivo cuidarla de igual manera trabajando en ella con las respectivas normas de seguridad y limpieza.
- Se recomienda a los alumnos trabajar en la aeronave, practicar sus conocimientos, usando la aeronave con responsabilidad y cuidado.
- Al momento de realizar cualquier tipo de consulta o trabajo en la aeronave los alumnos deben y pueden hacer uso del SRM, el mismo que queda a disposición del que lo requiera, adjuntado a este trabajo de graduación.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AGLUTINEN.- del verbo aglutinar que significa amalgamar cosas para que formen un todo o masa compacta.

ALODINE.- es un recubrimiento electrocerámico altamente específico que se aplica al aluminio, al titanio y a sus aleaciones.

Combina diferentes propiedades en un sólo proceso proporcionando altas prestaciones de acabado, permite eliminar etapas en los procesos de producción y simplificarlos.

ALODIZADO.- alodizing es un tratamiento químico simple para todas las aleaciones de aluminio para aumentar su resistencia a la corrosión y para mejorar sus cualidades de unión de pintura. Debido a su simplicidad, está reemplazando rápidamente al anodizado en el trabajo en aviones.

AMALGAMACION.- mezcla homogénea de dos o más metales: aunque en la mayor parte de los casos se denomina aleación.

ANODIZADO.- el anodizado es el tratamiento de superficie más común de superficies de aleaciones de aluminio. La hoja de aleación de aluminio o de fundición es el polo positivo en un baño electrolítico en el que el ácido crómico u otro agente oxidante produce una película de óxido de aluminio sobre la superficie del metal. El óxido de aluminio es, naturalmente, de protección, y anodización simplemente aumenta el grosor y la densidad de la película de óxido natural. Cuando esta capa se daña en el servicio, sólo puede ser parcialmente restaurada por tratamientos superficiales químicos. Por lo tanto, todo tratamiento de superficies anodizadas, incluyendo eliminación de la corrosión, se debe evitar la destrucción innecesaria de la película de óxido.

ARRIOSTRAMIENTO.- es la acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma: Estructuras de sujeción y equilibrio en la construcción de

edificaciones mediante contrafuertes, arbotantes, tirantes metálicos, de madera, etc.

ASIENTO EYECTABLES.- un asiento eyectable, también conocido como asiento expulsable o asiento lanzable, es un dispositivo diseñado para salvar las vidas del piloto u otros tripulantes de una aeronave, normalmente militar, en caso de emergencia. Existen multitud de diseños, pero en la mayoría de los modelos el piloto acciona un mecanismo que propulsa el asiento a gran velocidad fuera de la aeronave mediante una carga explosiva o un motor cohete, llevando al piloto con él, y una vez fuera de la aeronave el asiento despliega un paracaídas. Este tipo de asientos son comunes en los aviones de combate.

BIPLAZA.- biplaza es un vehículo habilitado para el transporte de dos personas, siendo en general, una de ellas, la que maneja o pilota el vehículo.

BLINDADOS.- que está provisto de una envoltura muy sólida que lo protege de los choques o de la acción de factores externos, en especial de las perturbaciones eléctricas o magnéticas.

BOROSCOPIO.- accesorio que se utiliza en las inspecciones visuales en las cuales no disponemos de un espacio físico a través del cual poder ver, lo cual nos obliga a utilizar un instrumento que tenga un tamaño reducido para acceder a través de los huecos, y que en algunos casos permita incluso el giro.

Disponen de una fuente de iluminación que funciona por fibra óptica, lo cual asegura una correcta iluminación de toda la zona a inspeccionar incluso cuando se produce una rotación o giro de la cabeza del boroscopio.

Existen dos clases de boroscopios, **los rígidos y los flexibles**. A continuación se detallan las cualidades de cada uno de ellos:

BOROSCOPIORÍGIDO:

Pueden transmitir la imagen mediante fibra óptica o mediante un juego de lentes.

El extremo del boroscopio puede tener espejos angulares de forma que la visión sea angular a 0° , 45° , 90° o superior a 90° . Algunos boroscopios tienen el juego de lentes intercambiable.

El tamaño del vástago debe tener un diámetro acorde con la zona a inspeccionar (de 5 a 10 milímetros).

BOROSCOPIOFLEXIBLE:

Tienen un conducto flexible por el que se dispone la fibra óptica.

En el extremo del conducto se dispone de: lente para inspección (se puede colocar a diferentes grados), un mecanismo para desplazar la lente en diferentes ejes pudiendo ser capaz de volver la punta hacia atrás, iluminación suministrada por un haz de fibras ópticas conectadas a una fuente de luz, y una minicámara de vídeo en sustitución de la lente de forma que puedan tomarse fotos o películas de la zona a inspeccionar.

CATALIZADOR.- un catalizador propiamente dicho es una sustancia que está presente en una reacción química en contacto físico con los reactivos, y acelera, induce o propicia dicha reacción sin actuar en la misma.

CERCHA.- La cercha es una composición de barras rectas unidas entre sí en sus extremos para constituir una armazón rígida de forma triangular, capaz de soportar cargas en su plano, particularmente aplicadas sobre las uniones denominada nodos, las cerchas o armaduras son uno de los elementos estructurales que forman parte del conjunto de las estructuras de forma activa.

CESSNA A37B.- es una aeronave diseñada para cometidos de ataque ligero y tareas de reconocimiento, El Cessna A-37B Dragonfly es muy económico de operar, con una nueva célula reforzada, posee una planta motriz compuesta por dos turboreactores General Electric J-85-17A

generando 1290 kg. de empuje, una velocidad máxima de 816 kms./h. y una autonomía de 1.480 kms., el tren de aterrizaje es de operación hidráulica, flaps de ranura, aerofrenos ventrales, la cabina posee una aviónica bastante completa que incluye instrumentos para vuelo nocturno y con mal tiempo, asientos lanzables a cada lado, sonda de reaprovisionamiento en vuelo en la proa, instalación de tanques de combustible sub-alares en los pilones internos.

CORRUGAMIENTO.- del verbo corrugar que significa, dotar a una superficie lisa de estrías o resaltos de forma regular y conveniente para asegurar su inmovilidad respecto de otra inmediata, facilitar la adherencia de esta, protegerla.

DAÑO.- es el deterioro, perjuicio o menoscabo causado por culpa de varios factores en un objeto. Los posibles daños que se pueden dar en una aeronave son:

- * El daño permisible: Se define como el daño que se permite sin restricciones de vuelo.
- * El daño reparable: se define como el daño que pueden ser modificados o reparados.
- * La sustitución de piezas dañadas: Se define como el daño donde debe ser sustituida una pieza.

DERIVA.- es el desvío de la trayectoria real (derrota) de una embarcación con respecto a la verdadera dirección de su proa (rumbo), debido a la corriente. En navegación el concepto es afín al de abatimiento.

DISIMILES.- desemejante, diferente.

EFFECTO VENTURI.- el efecto Venturi consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor.

ENTRAMADA.- armazón de madera o metal que sirve para hacer una pared, tabique o suelo, una vez rellenos los huecos forman un todo.

ESTRUCTURA.- es la distribución de las partes de un cuerpo, aunque también puede usarse en sentido abstracto. El concepto, que procede del latín *structura*, hace mención a la disposición y el orden de las partes dentro de un todo.

IMPRIMACION.- la imprimación o imprimatura es el proceso por el cual se prepara una superficie para un posterior pintado.

KEVLAR.- especie de resina o fibra artificial ligera, muy fuerte y resistente al calor, que se utiliza para hacer cascos de embarcaciones, carrocerías. La ligereza y la resistencia a la rotura excepcional de estas poliaramidas hacen que sean empleadas en neumáticos, velas náuticas o en chalecos antibalas.

MARQUESINAS.-

especie de alero o cubierta que se coloca en algunos lugares como la entrada a un edificio, sirve para resguardar del sol, de la lluvia y del viento, suele ser rectangular de una, dos o tres piezas, o a veces semicircular y es a menudo sostenida por soportes, que pueden consistir en volutas decorativas

MATERIAL DIDACTICO.- los materiales didácticos son todos aquellos auxiliares que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje, dentro de un contexto educativo global, y estimulan la función de los sentidos para que los alumnos accedan con mayor facilidad a la información, adquisición de habilidades y destrezas, y a la formación de actitudes y valores.

NYLON.- el nylon es una fibra textil elástica y resistente, no la ataca la polilla, no precisa planchado y se utiliza en la confección de medias, tejidos y telas de punto, también cerdas y sedales. El nylon moldeado se utiliza como material duro en la fabricación de diversos utensilios, como mangos de cepillos, peines. Su viscosidad de fundido es muy baja, lo cual puede acarrear dificultades en la transformación industrial, y su exposición a la intemperie puede causar una fragilización y un cambio de color salvo si hay

estabilización o protección previa. Al nailon se le puede agregar fibra de vidrio para proporcionar un incremento en la rigidez.

Es un polímero cristalino ya que se le da un tiempo para que se organice y se enfríe lentamente, siendo por esto muy resistente.

PLAQUEADO.- es el proceso en el cual se pone una capa fina de metal precioso a los objetos de metal ordinario.

POLIURETANO.- el poliuretano (PU) es un polímero que se obtiene mediante condensación de bases hidroxílicas combinadas con isocianatos. Los poliuretanos se clasifican en dos grupos, definidos por su estructura química, diferenciados por su comportamiento frente a la temperatura. De esta manera pueden ser de dos tipos: Poliuretanos termoestables o poliuretanos termoplásticos.

REPARACION.- son las erogaciones que se producen con el objeto de "reparar" o reponer la capacidad de uso de un bien. La reparación es necesaria en los casos en que se producen daños a los bienes por algún accidente o hecho fortuito. Se carga al resultado del ejercicio en el que se produce el hecho que origina la reparación.

SRM.- Manual de Reparaciones Estructurales, el cual abarca todos los procedimientos a realizar ante cualquier daño de una aeronave el cual va de la mano con las prácticas estándar.

Que atas afectan el SRM y cuales son:

ATA 51 prácticas estándar y estructura – general

ATA 52 puertas

ATA 53 fuselajes

ATA 54 nacelas y pylon

ATA 55 estabilizadores

ATA 56 ventanas

ATA 57 alas

TOLUOL.- materia prima a partir de la cual se obtienen derivados del benceno, caprolactama, sacarina, medicamentos, colorantes, perfumes, TNT, y detergentes. Como antidetonante y como solvente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dale Crane (1994-2007), Airframe vol 1., Newcastle Washintong, Aviation Supplies and Academics, Inc.(3 ed.).
- Dale Crane, (1994-2007), Airframe vol 2., Newcastle Washintong, Aviation Supplies and Academics, Inc.(3 ed.).
- (Abril del 2000), “CORROSIÓN; PREVENCIÓN, CONTROL Y REMOCIÓN”, AV. TAHEL S/N, PENSADOR MÉXICANO, MÉXICO D.F, CENTRO DE EDUCACIÓN ALAS DE AMÉRICA, S.A. DE C.V
- (5 DE MARZO DE 1976), SRM “A37B AIRCRAFT AND 0A-37B AIRCRAFT”, PUBLICADO BAJO LA AUTORIDAD DE LA SECRETARIA DE LE FUERZA AÉREA DE LO ESTADOS UNIDOS.
- www.geocities.ws/aviacionperucenepa/AeronavesPeru/cessna.html [Citado el 05-08-2014]
- www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAC/Alteraciones_y_Reparaciones_Parte_1.pdf[Citado el 18-08-2014]
- www.desarrolloydefensa.blogspot.com/2013/03/el-util-cessna-37-dragonfly.html [Citado el 10-09-2014]
- www.aireyespacio.com/2009/08/que-es-un-boroscopio.html [Citado el 15-10-2014]
- <http://delaion.blogspot.com/2012/09/cessna-37b-dragonfly.html>[Citado el 20-11-2014]

ANEXOS