

**Universidad Centroamericana José Simeón Cañas  
Universidad Don Bosco**



**“PROPUESTA DE MANUAL PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LOS  
TALLERES DE LA FUERZA AÉREA SALVADOREÑA Y PLAN DE IMPLEMENTACIÓN  
PILOTO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO EN MAQUINAS Y EQUIPOS DEL TALLER  
DE ESTRUCTURAS DE AVIACIÓN Y LABORATORIO DE NDI”.**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREPARADO PARA LA FACULTAD DE  
POSTGRADOS UCA**

**Y**

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADOS UDB**

**PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
INDUSTRIAL**

**POR**

**Eric Roberto Aldana Deleón.**

**Jaime Omar Escamilla Domínguez.**

**Douglas Ricardo Rivas Vásquez.**

**Marzo 2018**

**ANTIGUO CUSCATLÁN, EL SALVADOR, C.A**

### **Rectores**

Andreu Oliva de la Esperanza, S.J.  
Mario Rafael Olmos Argueta, SDB.

### **Secretarias Generales**

Silvia Elinor Azucena de Fernández  
Yesenia Xiomara Martínez Oviedo

### **Decana de Postgrados UCA**

Nelly Arely Chévez Reynosa

### **Decano de Postgrado UDB**

Herbert Humberto Belloso Funes

### **Directores de la Maestría en Gerencia de Mantenimiento Industrial.**

José Luis Martínez UDB  
Laura Orellana UCA

### **Director de Tesis**

Luis Granados.

## RESUMEN

La Fuerza Aérea Salvadoreña es una institución militar gubernamental, la cual tiene una trayectoria de más de 90 años en el ramo de la defensa aérea nacional. A lo largo de su trayectoria ha presentado cambios en su infraestructura organizativa, instalaciones, aeronaves, etc.; debido a las necesidades que, a través de los años, especialmente a raíz de los conflictos armados, han suscitado en El Salvador. Para poder suplir las necesidades de alta confiabilidad en las aeronaves, existe actualmente un grupo de mantenedores los cuales siguen un modelo de gestión de mantenimiento básico. Esta propuesta presenta un modelo para la gestión integral del mantenimiento, de la Fuerza Aérea Salvadoreña (FAS) para sus aeronaves más críticas, teniendo en consideración la característica de mejora continua en el tiempo y maximizando beneficios a un mínimo costo global.

La propuesta se basa en siete principales etapas, las cuales deben desarrollarse progresivamente según el escenario actual de la organización, haciendo énfasis en la gestión y optimización sostenida en el tiempo de procesos asociados a la planificación, programación y ejecución del mantenimiento a las aeronaves de mayor criticidad. Adicionalmente, el modelo presentado utiliza herramientas de apoyo para el desarrollo e implementación de las etapas y características operacionales reales, las cuales podrían afectar el desempeño de la unidad de mantenimiento. Finalmente, se presentan algunas consideraciones generales y las respectivas conclusiones.

El mantenimiento que se ha venido practicando en todas las aeronaves de la institución, y específicamente en las de alta criticidad, a la luz del modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo, posee muchas oportunidades de mejora entre las que mencionamos: deficiencias en planificación, presupuesto financiero de los mantenimientos que se le debe realizar a cada aeronave y en este caso en particular a los equipos y maquinaria de apoyo para realizar los diferentes mantenimientos, la no confiabilidad en muchos casos al haber ocurrido accidentes trágicos debido a desperfectos mecánicos, el análisis de la vida útil de cada una de las aeronaves y equipos de apoyo al mantenimiento según su ciclo de vida y la posible renovación de las mismas.

Por esta razón, este diagnóstico estará orientado a realizar un análisis específico basado en la gestión de mantenimiento, gestión de activos, procesos de mantenimiento, modelo

de mantenimiento, herramientas de soporte fundamentadas en el análisis de la situación actual, definición de objetivos, estrategias, responsabilidades de mantenimiento, recursos necesarios, programación del mantenimiento, optimización en la asignación de recursos, evaluación y control de la ejecución del mantenimiento, análisis del ciclo de vida de los equipos y aeronaves de la Fuerza Aérea Salvadoreña para finalmente establecer propuestas de mejora.

Cabe señalar que el país está pasando, como la mayoría de países latinoamericanos, en un periodo de economía de austeridad, presupuestos reducidos, problemas políticos, problemas de gestión económica, entre otros; los cuales de alguna manera afectan los presupuestos para sus diferentes carteras de estado y por ende afecta también la disponibilidad de insumos para la ejecución de un verdadero Modelo de gestión de Mantenimiento y renovación de aeronaves por termino de vida útil.

Por lo tanto, con las propuestas de mejoramiento que a continuación se plantean se espera que la institución reduzca su porcentaje de mantenimientos correctivos a estas aeronaves y los equipos utilizados para el mantenimiento, disminuya o elimine los accidentes aéreos, tenga el mayor número de aeronaves disponibles al menor costo global para el cumplimiento de sus misiones y a la medida de sus posibilidades propuestas de renovación de su flota aérea que reducirán sus costos operativos e incremento de su ciclo de vida.

## INDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
INDICE DE FIGURAS .....	viii
INDICE DE TABLAS .....	xi
REFERENCIA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y NOMENCLATURA .....	1
INTRODUCCION .....	3
CAPITULO I. Generalidades de la Institución Armada .....	4
1.1. Definición de la misión, visión, objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento en la FAS.....	4
1.1.1. Misión de la FAS.....	4
1.1.2. Misión del Grupo de Mantenimiento de Aeronaves.....	4
1.1.3. Visión del Grupo de Mantenimiento de Aeronaves.....	4
1.1.4. Objetivos del Grupo de Mantenimiento de Aeronaves.....	4
1.1.4.1. Objetivo General.....	4
1.1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.1.5. Organización de La Fuerza Armada de El Salvador.....	5
1.1.6. Organización de La Fuerza Aérea Salvadoreña.....	6
1.1.7. Organización del grupo de material de la FAS. (Mantenimiento).....	6
1.1.8. Descripción del grupo de material de la FAS. (Mantenimiento).....	7
1.1.9. Aeronaves de Fuerza Aérea Salvadoreña.....	12
CAPITULO II. Marco Teórico.....	15
2.1. Marco Teórico.....	15
2.1.1. Introducción al Mantenimiento Autónomo.....	15
2.1.1.1. Mantenimiento autónomo en siete pasos.....	17
2.1.1.2. Auditoría del mantenimiento autónomo.....	21
2.1.2. Introducción a las Pruebas no Destructivas.....	21
2.1.2.1. Métodos de ensayos no destructivos más comunes.....	23

CAPITULO III. Situación Actual de la FAS. ....	48
3.1. Presupuesto estimado asignado para mantenimiento. ....	48
3.2. Calculo de indicadores de mantenimiento. ....	48
3.2.1. Índices de disponibilidad. ....	49
3.2.1.1. Disponibilidad total. ....	49
3.2.1.2. Disponibilidad por averías. ....	49
3.2.1.3. MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos) ....	50
3.2.1.4. MTTR (Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación).....	50
3.2.2. Índices de órdenes de trabajo. ....	51
3.2.2.1. Índice de cumplimiento de la planificación ....	51
3.2.2.2. Desviación media del tiempo planificado.....	51
3.2.2.3. Tiempo medio de resolución de una O.T.....	52
3.2.2.4. Eficiencia en la cumplimentación de pedidos. ....	52
3.2.2.5. Índice de Mantenimiento Programado.....	52
3.2.2.6. Índice de Mantenimiento Correctivo. ....	53
3.2.2.7. Índice de Emergencias.....	53
3.2.3. Índices de formación. ....	54
3.2.3.1. Proporción de horas dedicadas a formación. ....	54
3.2.3.2. Proporción de desarrollo del programa. ....	54
3.2.4. Calculo de indicadores FAS. ....	55
3.3. Selección del taller de estructuras de aviación y laboratorio de NDI.....	56
3.4. Situación actual del mantenimiento. ....	56
3.4.1. Software de mantenimiento.....	56
3.5. Situación del almacén de repuestos.....	60
3.5.1. Software de Almacenes. ....	60
3.5.2. Entrevista a personal de mantenimiento. ....	62
3.5.2.1. Cuestionario escrito. ....	62

3.5.2.2.	Análisis de resultados. ....	65
3.6.	El proceso de mantenimiento en FAS. ....	71
3.7.	Flujo conceptual de mantenimiento. ....	79
3.8.	Proceso funcional de mantenimiento de forma sistemática. ....	85
3.9.	Concepto de Codificación, Ubicaciones Técnicas y Equipos en la FAS. ....	87
3.10.	Gestión Global del mantenimiento. ....	88
3.11.	Rutinas de mantenimiento para modelo de avión. ....	89
3.11.1.	Estimación de costos por mantenimiento. ....	91
3.12.	Rutina de mantenimiento para modelo de helicóptero. ....	92
3.12.1.	Estimación de costos por mantenimiento. ....	93
3.13.	Características del personal de mantenimiento. ....	94
3.14.	Distribución en planta. ....	96
3.14.1.	Talleres de mantenimiento. ....	96
3.14.2.	Taller de estructuras de aviación. ....	96
3.14.3.	Laboratorio de NDI. ....	92
CAPITULO IV. Análisis de las 5”S”, Mantenimiento Autónomo .....		93
4.1.	Análisis de las 5 “s” en el taller de estructuras de aviación. ....	93
4.2.	Listado de máquinas y equipos del taller de estructuras de aviación. ....	101
4.3.	Rutinas y protocolos de mantenimiento. ....	109
4.3.1.	Fresadora INDEX. ....	109
4.3.2.	Fresadora BRIDGEPORT. ....	125
4.3.3.	Torno Colchester Grande. ....	133
4.3.4.	Torno Colchester Mediano. ....	141
4.3.5.	Torno Colchester Pequeño. ....	145
4.3.6.	Dobladora de Lamina Pequeña. ....	149
4.3.7.	Dobladora de Lamina Mediana. ....	152
4.3.8.	Dobladora de Lámina Grande. ....	156

4.3.9.	Cepilladora.....	160
4.3.10.	Sierra Eléctrica.....	164
4.3.11.	Equipo de Soldadura Oxigeno Acetileno.....	168
4.3.12.	Soldador Eléctrico.....	171
4.3.13.	Soldador TIG.....	174
4.3.14.	Soldador MIG.....	177
4.3.15.	Dobladora de Tubos.....	180
4.3.16.	Taladro Radial.....	184
4.3.17.	Esmeriles.....	188
4.4.	Análisis de las 5 “s” en laboratorio de NDI.....	192
4.5.	Equipo de laboratorio de NDI.....	201
4.6.	Rutinas de mantenimiento de los equipos de NDI.....	210
4.6.1.	Equipo de Rayos "X" Portátil.....	210
4.6.2.	Equipo Pruebas Eddy Current.....	215
4.6.3.	Equipo Pruebas Ultrasonido.....	219
4.6.4.	Microscopio para Inspección Visual.....	223
4.6.5.	Microscopio digital para Inspección Visual.....	225
4.6.6.	Equipo de Ultrasonido.....	228
4.6.7.	Equipo para pruebas de partículas magnéticas.....	232
4.6.8.	Luxometro.....	235
4.6.9.	Boroscopio.....	237
4.6.10.	Medidor de Espesores NDT.....	240
4.6.11.	Máquina de Análisis de Aceite Spectroil.....	244
4.6.12.	Medidor de Radiación.....	247
4.6.13.	Docimetro Medidor de Radiación por Persona.....	248
4.6.14.	Gamma Alarma por Persona.....	250
4.6.15.	Cámara Termográfica.....	251

4.6.16.	Análisis de Vibraciones.....	252
4.7.	Propuesta de listas de chequeo para la implementación de 5 “s”.....	254
4.7.1.	Oficina.....	255
4.7.2.	Gerencia de Producción/Comandantes.....	258
4.7.1.	Talleres.....	261
4.7.2.	Representación gráfica de resultados de auditorías de 5 “S”.....	267
4.7.3.	Modelo de Slogans 5 “S”.....	269
4.7.4.	Plan de Acción para la Auditoria.....	271
4.7.5.	Diagrama de progreso del mantenimiento.....	271
4.7.6.	Determinación del grupo de trabajo adecuado.....	272
4.7.7.	Directrices, Objetivos y Metas para las áreas piloto.....	273
4.7.8.	Lanzamiento Oficial del mantenimiento autónomo como parte del TPM. ..	274
4.7.9.	Plan de implementación de Mantenimiento.....	274
4.7.10.	Capacitaciones y entrenamientos.....	275
4.7.11.	Lecciones aprendidas.....	276
CONCLUSIONES .....		277
BIBLIOGRAFÍA .....		279
ANEXOS .....		280

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Fuerza Armada de El Salvador.....	5
Figura 2. Organigrama de la Fuerza Aérea Salvadoreña.....	6
Figura 3. Organigrama de Grupo de material de Fuerza Aérea Salvadoreña.....	6
Figura 4. Pilares del TPM.....	17
Figura 5. Aplicación de técnica de partículas magnéticas.....	24
Figura 6. Diferentes reveladores.....	27
Figura 7. Limpieza mediante aplicación de líquido removedor.....	28
Figura 8. Aplicación de líquido penetrante en la zona a inspeccionar.....	29
Figura 9. Aplicación de líquido penetrante en la zona a inspeccionar.....	29
Figura 10. Interpretación.....	29
Figura 11. Equipo de ultrasonografía industrial.....	36
Figura 12. Diferentes tipos de transductores.....	38
Figura 13. Block de calibración de 5 pasos.....	39
Figura 14. Diferentes tipos de cables y conectores.....	40
Figura 15. Inspección mediante ultrasonido industrial con haz recto.....	42
Figura 16. Inspección mediante ultrasonido industrial con haz recto.....	43
Figura 17. Formula de disponibilidad.....	49
Figura 18. Formula de disponibilidad total.....	49
Figura 19. Fórmula de disponibilidad por avería.....	50
Figura 20. Fórmula de MTBF.....	50
Figura 21. Fórmula de MTTR.....	50
Figura 22. Fórmula de disponibilidad por avería basada en indicadores.....	51
Figura 23. Fórmula de índice de cumplimiento de planificación.....	51
Figura 24. Fórmula de retraso medio.....	52
Figura 25. Fórmula de tiempo medio.....	52
Figura 26. Fórmula de eficiencia de compras.....	52
Figura 27. Fórmula de IMP.....	53
Figura 28. Fórmula de IMC.....	53
Figura 29. Fórmula de IME.....	54
Figura 30. Fórmula de horas de formación.....	54
Figura 31. Fórmula de proporción de desarrollo.....	54
Figura 32. Pantalla principal de software de mantenimiento.....	57
Figura 33. Pantalla de NDI de software de mantenimiento.....	58
Figura 34. Pantalla de inventario de equipos y herramientas de software de mantenimiento.....	58
Figura 35. Pantalla de inventario de equipos y herramientas de software de mantenimiento.....	59
Figura 36. Pantalla de servicios de talleres del grupo de material de software de mantenimiento.....	59

Figura 37. Pantalla de servicios de taller de estructuras de software de mantenimiento.....	60
Figura 38. Pantalla de control de existencias, inventario y almacenamiento de software de mantenimiento.....	61
Figura 39. Pantalla de ingreso de equipo nuevo de software de mantenimiento.....	61
Figura 40. Pantalla de formato 1150 de software de mantenimiento. ....	62
Figura 41. Las etapas del proceso de mantenimiento. ....	71
Figura 42. Pantalla de Ordenes de trabajo de software de mantenimiento Software de mantenimiento de la FAS.....	72
Figura 43. Sistema de calidad y control de mantenimiento. ....	73
Figura 44. Reporte de Gestión de Mantenimiento. ....	78
Figura 45. Flujo conceptual de mantenimiento. ....	79
Figura 46. Proceso funcional de mantenimiento.....	85
Figura 47. Datos maestros de procesos. ....	86
Figura 48. Pasos de la gestión de mantenimiento.....	86
Figura 49. Pasos del proceso de la oden de mantenimiento.....	87
Figura 50. Codificación de ubicación técnica de equipos. ....	88
Figura 51. Componentes de la gestión global de mantenimiento.....	88
Figura 52. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por horas. ....	89
Figura 53. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por meses.....	90
Figura 54. Costos por mantenimiento para modelo de aeronave.....	91
Figura 55. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por horas. ....	92
Figura 56. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por meses.....	93
Figura 57. Costos por mantenimiento para modelo de aeronave ala rotativa.....	93
Figura 58. Grados militares FAES. ....	95
Figura 59. Distribución de talleres de la FAS.....	96
Figura 60. Distribución en planta de máquinas de taller de estructuras de aviación. ....	97
Figura 61. Distribución de hangar 5 de la FAS. ....	92
Figura 62. Lista de Chequeo 5 S Oficina A.....	255
Figura 63. Lista de Chequeo 5 S Oficina B.....	256
Figura 64. Lista de Chequeo 5 S Oficina, Ambiente y Seguridad. ....	257
Figura 65. Lista de Chequeo 5 S Gerencia de Producción A. ....	258
Figura 66. Lista de Chequeo 5 S Gerencia de Producción B. ....	259
Figura 67. Lista de Chequeo 5 S Gerencia de Producción, Ambiente y Seguridad.....	260
Figura 68. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Limpieza A.....	261
Figura 69. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Limpieza B.....	262
Figura 70. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Estandarizar. ....	263
Figura 71. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Clasificar, Organizar, Disciplinar - Existencias. ....	264
Figura 72. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Clasificar, Organizar, Disciplinar - Herramientas. ....	265

Figura 73. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Clasificar, Organizar, Disciplinar - Herramientas de Medición y Aceites. ....	266
Figura 74. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Ambiente y Seguridad.....	267
Figura 75. Formato propuesto para representación gráfica de los datos resultantes de la auditora. ....	268
Figura 76. Formato auditorio de "Slogan" A.....	269
Figura 77. Formato auditorio de "Slogan" B.....	270
Figura 78. Formato plan de acción de auditoria. ....	271
Figura 79. Modelo de planificación de implementación del mantenimiento autónomo. ....	272
Figura 80. Plan de implementación.....	275

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grupo de material de la FAS.....	7
Tabla 2. Aeronaves de la Fuerza Aérea Salvadoreña.....	12
Tabla 3. Presupuesto FAS.....	48
Tabla 4. Calculo de Indicadores FAS.....	55
Tabla 5. Análisis de las 5 "s".....	93
Tabla 6. Máquinas y equipos del taller de estructuras de aviación.....	101
Tabla 7. Rutinas de mantenimiento fresadora INDEX.....	109
Tabla 8. Protocolo de mantenimiento fresadora INDEX.....	116
Tabla 9. Rutinas generales de mantenimiento preventivo-predictivo fresadora BRIDGEPORT....	126
Tabla 10. Rutina de Mantenimiento Torno COLCHESTER grande.....	133
Tabla 11. Rutina de mantenimiento de máquina Torno COLCHESTER mediano.....	142
Tabla 12. Rutina de mantenimiento Torno COLCHESTER pequeño.....	145
Tabla 13. Rutina de mantenimiento de máquina Dobladora de Lamina pequeña.....	149
Tabla 14. Rutina de mantenimiento máquina Dobladora de Lamina mediana.....	153
Tabla 15. Rutina de mantenimiento máquina Dobladora de Lamina grande.....	157
Tabla 16. Rutina de mantenimiento de máquina Cepilladora.....	160
Tabla 17. Rutina de mantenimiento de máquina Sierra Eléctrica.....	164
Tabla 18. Rutina de mantenimiento equipo de Soldadura Oxigeno Acetileno.....	168
Tabla 19. Rutina de mantenimiento de Soldador Eléctrico.....	172
Tabla 20. Rutina de mantenimiento Soldador TIG.....	174
Tabla 21. Rutina de mantenimiento de Soldador MIG.....	177
Tabla 22. Rutina de mantenimiento Dobladora de Tubos.....	180
Tabla 23. Rutina de mantenimiento Taladro Radial.....	184
Tabla 24. Rutina de Mantenimiento Esmeriles.....	188
Tabla 25. Safari de las Eses.....	192
Tabla 26. Lista de equipo de laboratorio de NDI.....	201
Tabla 27. Rutina de mantenimiento autónomo equipo rayos X portátil.....	210
Tabla 28. Rutina de mantenimiento preventivo-predictivo equipo de rayos X portátil.....	212
Tabla 29. Rutina de mantenimiento Equipo de Pruebas Eddy Current.....	215
Tabla 30. Rutina de mantenimiento Equipo Pruebas Ultrasonido.....	219
Tabla 31. Rutina de mantenimiento Microscopio para Inspección Visual.....	223
Tabla 32. Rutina de mantenimiento Microscopio Digital para Inspección Visual.....	225
Tabla 33. Rutina de Mantenimiento Equipo de Ultrasonido.....	229
Tabla 34. Rutina de Mantenimiento Equipo para Pruebas de Partículas Magnéticas.....	232
Tabla 35. Rutina de mantenimiento Luxometro.....	236
Tabla 36. Rutina de mantenimiento de Boroscopio.....	237

Tabla 37. Rutina de mantenimiento de Medidor de Espesores de NDT. ....	240
Tabla 38. Rutina de mantenimiento Máquina de Análisis de Aceite Spectroil.....	244
Tabla 39. Rutina de Mantenimiento Medidor de Radiación. ....	247
Tabla 40. Rutina de Mantenimiento Docimetro Medidor de Radiación por Persona.....	249
Tabla 41. Rutina de Mantenimiento Equipo Gamma Alarma por Persona.....	250
Tabla 42. Rutina de Mantenimiento Cámara Termográfica. ....	251
Tabla 43. Rutina de Mantenimiento Equipo para Análisis de Vibraciones. ....	253

## **REFERENCIA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y NOMENCLATURA**

API: American Petroleum Institute

AWS: American Welding Society

ANSI: American National Standards Institute

Art.: Artículo

AAC: Autoridad de Aviación Civil de El Salvador

ASME: American Society of Mechanical Engineers.

CIMA: Centro de instrucción Militar Aeronáutico

Coord.: Coordinador

Ed.: Editorial

EMGFAS: Estado Mayor General Fuerza Aérea Salvadoreña.

EMCFA: Estado Mayor Conjunto Fuerza Armada

ESC: Escuadrón.

FAES: Fuerza Armada de El Salvador

FAS: Fuerza Aérea Salvadoreña

FAA: Federal Aviation Administration.

JEMGFAS: Jefatura Estado Mayor General Fuerza Aérea Salvadoreña

H-500: Hudget 500

HSS: High Speed Steel

ONU: Organización de Naciones Unidas

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional

OMA: Organización de mantenimiento aprobada

PA: Piloto Aviador

PBA: Primera Brigada Aérea

PON: Procedimiento Operativo Normal

RX: Rayos X

RAE: Real Academia Española

RAC: Regulación de Aviación Civil

SBA: Segunda Brigada Aérea

SIGMAT: Sistema de gestión de mantenimiento

Nº: Número

TMA: Técnico en Mantenimiento Aeronáutico

TPM: Mantenimiento Productivo Total

TRC: Tubo de Rayos Catódicos

MDP: Mantenimiento de planificación

MDN: Ministerio de la Defensa Nacional

Manta: Mantenimiento

NDT: Non Destructive Test

NDI: Non Destructive Inspections

UHF: Ultra High Frequency

UCA: Universidad Centro Americana

UDB: Universidad Don Bosco

UT: Ultrasonido Industrial

## **INTRODUCCION**

El Grupo de Mantenimiento de Aeronaves de la FAS, nace en forma paralela a la Flotilla Aérea Salvadoreña, en el año de 1923, cuando se creó la Aviación Salvadoreña, solamente existían seis plazas para mecánicos de mantenimiento distribuidas de la siguiente manera: un Mecánico Jefe y cinco Mecánicos.

Para 1947, con el progreso de la aviación nacional se incrementó el número de plazas para el personal de mantenimiento: un Jefe de Mecánicos, un Segundo Jefe de Mecánicos, cuatro Mecánicos de Primera Categoría, seis Mecánicos de Segunda Categoría y diez Ayudantes de Mecánica.

En el año de 1955 se crea la Compañía de Mecánicos de Aviación Militar. Durante la Guerra de las 100 horas, en el año de 1969 contra Honduras, el equipo de mantenimiento al mando del entonces Mayor P.A. Oscar Roque Molina, fue desplegado a bases improvisadas en diferentes partes del país; para brindar el apoyo de mantenimiento necesario a las aeronaves empeñadas en combate, tomando en cuenta, el aumento de los niveles técnicos y de apoyo alcanzados, teniendo el personal de aerotécnicos una participación de gran importancia en la defensa soberanía nacional.

Para la década de los años 70's, la Fuerza Aérea entra en una nueva etapa de su desarrollo con la adquisición de aviones a reacción. Los primeros A-37B llegarían desde EEUU en el año 1981. Se trataba básicamente de entrenadores de reacción subsónicos, reacondicionados como aviones de ataque ligero para su función en Vietnam, con motores más potentes y otros instrumentos que le permitían portar una cantidad significativa de armas y bombas para su uso contra blancos terrestres. El diseño del A-37B era igualmente viejo, obsoleto, y ya desfasado. Sin embargo, era un modelo costo-eficiente, que prometía gran eficiencia en un conflicto de baja intensidad en su tarea como avión de ataque, siendo extremadamente barato de operar, de mantener, y fácil de pilotar.

Los aviones Arava, fueron comprados a Israel en el año 2008, mediante contrato firmado con la compañía Israel Aircraft Industries. De esta forma se iniciaba el cambio del avión de motor recíproco al avión de motor a reacción. En mayo de 2014 se adquirieron 10 aeronaves Cessna OA/A-37B adquiridos a Chile más repuestos mediante un convenio.

## **CAPITULO I. Generalidades de la Institución Armada**

### **1.1. Definición de la misión, visión, objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento en la FAS.**

#### **1.1.1. Misión de la FAS.**

Defender la soberanía del Estado y la integridad del espacio aéreo nacional, apoyar a las fuerzas de superficie en el cumplimiento de sus respectivas misiones, mantenimiento de la paz interna, prestar auxilio en caso de desastre nacional, la misión de la Fuerza Aérea es ejercida en el espacio aéreo de territorio nacional.

#### **1.1.2. Misión del Grupo de Mantenimiento de Aeronaves.**

Mantener la mayor cantidad de aeronaves en condiciones operativas para el cumplimiento de las misiones de la FAS.

#### **1.1.3. Visión del Grupo de Mantenimiento de Aeronaves.**

Ser un equipo de Aero-técnicos especializados con una infraestructura adecuada consistente en instalaciones, maquinaria, herramienta y capacitación necesaria para darle el mantenimiento eficiente y eficaz a las aeronaves de la Fuerza Aérea Salvadoreña para el cumplimiento de las misiones.

#### **1.1.4. Objetivos del Grupo de Mantenimiento de Aeronaves.**

##### **1.1.4.1. Objetivo General.**

Contar con la infraestructura adecuada, personal técnico calificado, equipo y repuestos arriba de su punto de seguridad para llevar a cabo los mantenimientos preventivos y correctivos de las aeronaves para el cumplimiento de las misiones militares.

##### **1.1.4.2. Objetivos Específicos.**

1. Mantener en óptimas condiciones las aeronaves, instalaciones, maquinaria y herramienta del taller mecánico, tanto para el desempeño de sus actividades de trabajo como para el seguimiento y adecuación de programas de mantenimiento

preventivo y correctivo que permitan el mejoramiento continuo de los procesos de trabajo en las aeronaves de la FAS.

2. Reportar periódicamente al comandante del equipo de mantenimiento una lista de solicitudes de trabajo concluidas que se realizan en el Taller Mecánico. Esta información servirá para programar y mantener una mejora continua en la operación del Taller.
3. Asegurar una mejora continua en su operación al programar, dar seguimiento y evaluar, junto con el comandante del equipo de mantenimiento de la FAS.

### 1.1.5. Organización de La Fuerza Armada de El Salvador

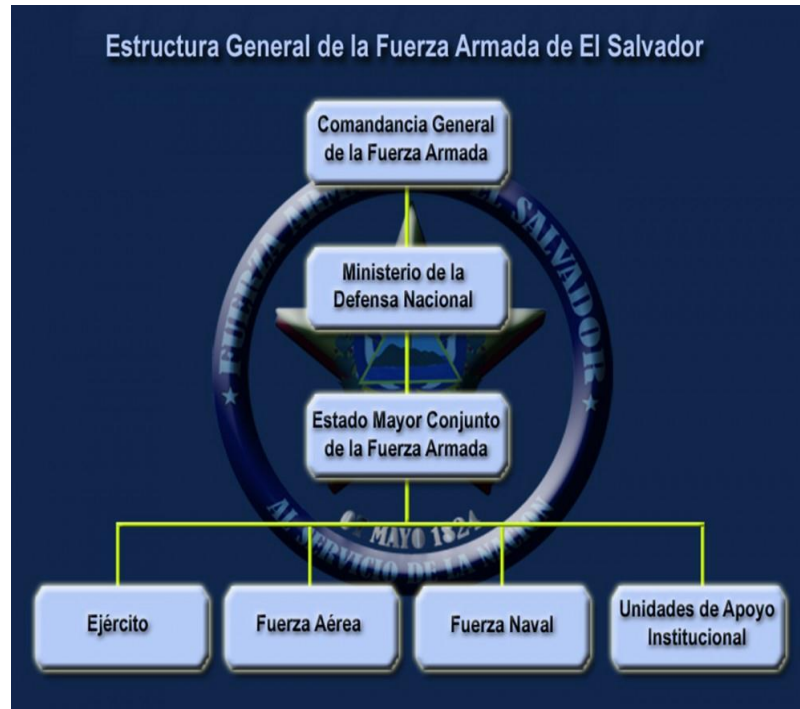


Figura 1. Organigrama de la Fuerza Armada de El Salvador. Tomado de "Estructura Organizativa", por Fuerza Armada de El Salvador, [https://www.fuerzaarmada.mil.sv/?page\\_id=667](https://www.fuerzaarmada.mil.sv/?page_id=667).

### 1.1.6. Organización de La Fuerza Aérea Salvadoreña.



Figura 2. Organigrama de la Fuerza Aérea Salvadoreña.  
Tomado de: "Fuerza Aérea Salvadoreña", por Fuerza Armada de El Salvador, adaptado de [http://www.fas.gob.sv/fuerza\\_aerea.html](http://www.fas.gob.sv/fuerza_aerea.html).

### 1.1.7. Organización del grupo de material de la FAS. (Mantenimiento).

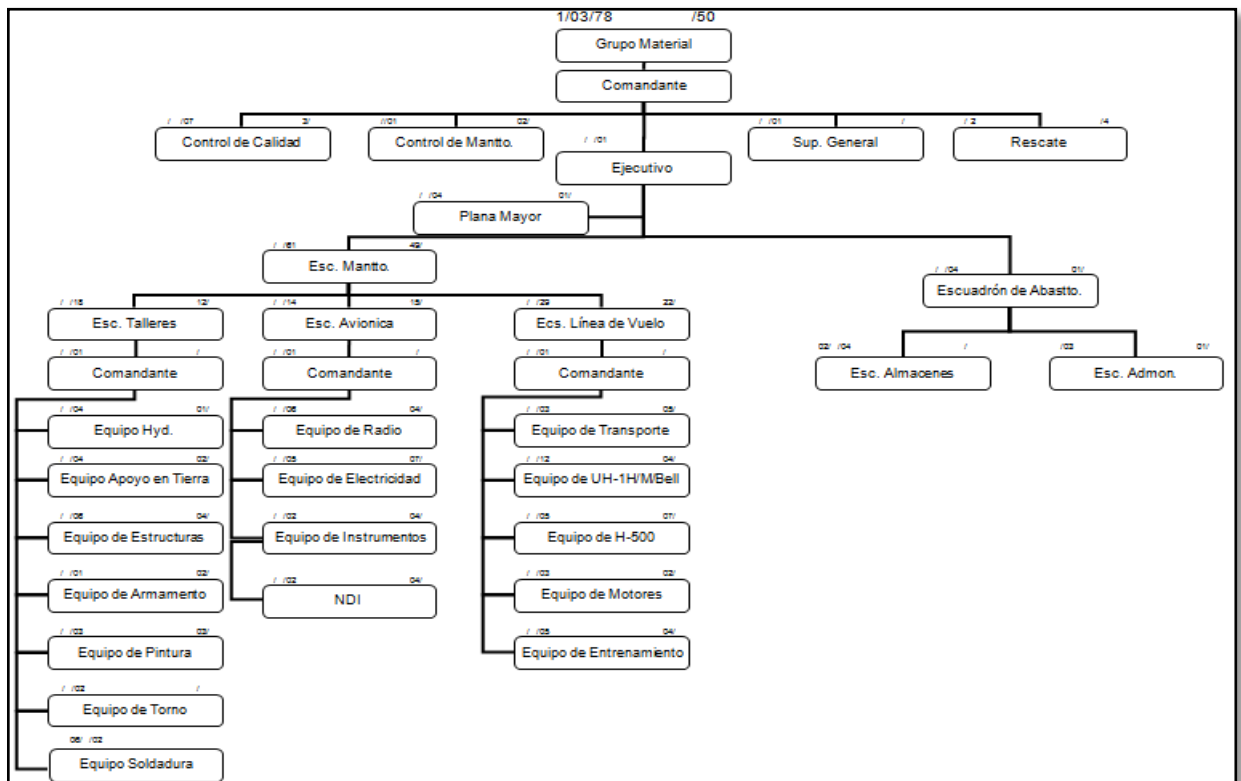


Figura 3. Organigrama de Grupo de material de Fuerza Aérea Salvadoreña.  
Fuente: Manual de Procedimientos Logísticos para el Abastecimiento y Mantenimiento Aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### 1.1.8. Descripción del grupo de material de la FAS. (Mantenimiento).

La tabla 1 muestra la descripción de cada una de las áreas de mantenimiento del grupo de material de la FAS.

**Tabla 1. Grupo de material de la FAS**

Descripción	Imagen
<p><b>Equipo de hidráulica</b></p> <p>Mantiene y verifica todos los sistemas hidráulicos de las aeronaves de Ala Fija, Ala Rotativa y Equipo en Tierra en condiciones operacionales para no obstaculizar el cumplimiento de la misión.</p>	
<p><b>Laboratorio de NDI</b></p> <p>Realiza diferentes pruebas no destructivas a los componentes de las aeronaves de ala fija y ala rotativa dentro de ellas están: Radiografía Industrial, Líquidos Penetrantes, Corrientes Inducidas, Inspección Visual, Ultrasonografía entre otras así como también análisis de aceites en maquina SPECTROIL.</p>	
<p><b>Equipo de estructuras de aviación</b></p> <p>Tiene como finalidad y propósito fabricar y reparar oportunamente las piezas dañadas de las aeronaves de Ala Fija, Ala Rotativa y equipos en el menor tiempo posible para satisfacer las necesidades de las misiones.</p>	

Descripción	Imagen
<p><b>Equipo de pintura</b></p> <p>Mantiene el mayor número de aeronaves posible en la mejor presentación y protección contra condiciones adversas del clima en las superficies estructurales y así satisfacer las necesidades del mando y el fiel cumplimiento de la misión encomendada.</p>	
<p><b>Taller de estructuras de aviación (Fresadora, torno cepilladora, dobladoras, cortadoras, de lámina, fibras, etc.)</b></p> <p>Efectúa los diferentes trabajos que sean requeridos por el Escalón Superior, en la fabricación y reparación de piezas dañadas de las Aeronaves de Ala Fija, Ala Rotativa y reportarlas operativas para la misión.</p>	
<p><b>Equipo de soldaduras especiales. (Taller de estructuras de aviación)</b></p> <p>Fabrica los diferentes materiales y piezas que requieran soldadura para los diferentes equipos de trabajo y el escalón superior para las Aeronaves de Ala Fija, Ala Rotativa y para trabajos de ingeniería de la base.</p>	
<p><b>Equipo de radio</b></p> <p>Realiza las inspecciones de todos los sistemas, equipos de comunicación y</p>	

Descripción	Imagen
<p>navegación de las aeronaves que están en condición operativas en línea de vuelo y en los hangares. Corrige las discrepancias de las aeronaves en malas condiciones, calendarías prescritas en el Procedimiento Operativo Normal (PON) del Equipo en mención.</p>	
<p><b>Equipo de electricidad</b></p> <p>Realiza inspecciones a las diferentes sistemas eléctricos de las aeronaves en línea de vuelo, hangares, así como también da mantenimiento a los sistemas eléctricos de la instalación, realizando inspecciones correctivas y preventivas de las aeronaves en malas condiciones de volar.</p>	
<p><b>Equipo de instrumentos</b></p> <p>Realiza inspecciones de los diferentes instrumentos instalados en los aviones y helicópteros operativos como los que se encuentran en proceso de mantenimiento preventivo y correctivo en los hangares, también da seguimiento a trabajo de los instrumentos en el taller de acuerdo a lo programado en PON.</p>	

Descripción	Imagen
<p><b>Equipo de entrenamiento</b></p> <p>Realiza inspecciones de pre-vuelo en todas las aeronave en línea de vuelo y el hangar, dando continuación a los trabajos preventivos y correctivo reportados durante el vuelo así como las discrepancias encontradas durante la inspecciones, cumpliendo con las inspecciones calendarizadas en el PON de dicho Equipo.</p>	
<p><b>Equipo de transporte aéreo</b></p> <p>Realiza inspecciones de pre-vuelo de las aeronaves en línea de vuelo realizando mantenimiento preventivo o correctivo encontrados y reportados en las aeronaves durante los vuelos realizados, dando continuidad a los trabajos de acuerdo a la calendarización pre-escrita en el PON.</p>	
<p><b>Equipo caza A-37 (transporte aéreo)</b></p> <p>Realiza inspecciones de pre-vuelo a los diferentes aviones que se encuentran operativos, así como los que están en el hangar. Corrige las diferentes fallas reportadas en vuelo y las encontradas en las inspecciones de pre-vuelo. Da cumplimiento a las inspecciones calendario pre-escrita en el PON del equipo.</p>	

Descripción	Imagen
<p><b>Equipo de HUGHES-500</b></p> <p>Realiza inspecciones de pre-vuelo a los diferentes helicópteros que se encuentran operativos, así como los que están en el hangar, corrige las diferentes fallas reportadas en vuelo y las encontradas en las inspecciones de pre-vuelo. Da cumplimiento a la inspecciones calendario pre-escritas en el PON del equipo.</p>	
<p><b>Equipo de UH1H/M- BELL 412.</b></p> <p>Inspecciona los diferentes motores instalados en las aeronaves que se encuentran en buenas condiciones en línea de vuelo y hangares, realiza reparaciones correctivas y preventivas de los motores removidas en el taller por falla encontrada o reportada durante su funcionamiento de acuerdo a la calendarización del PON.</p>	
<p><b>Equipo de motores</b></p> <p>Inspecciona los diferentes motores instalados en las aeronaves que se encuentran en buenas condiciones en línea de vuelo y hangares, realizan reparaciones correctivas por falla encontrada o reportada durante su funcionamiento y preventivas de los motores en el taller, de acuerdo a la calendarización del PON.</p>	

Fuente: datos e imágenes elaboración propia.

### 1.1.9. Aeronaves de Fuerza Aérea Salvadoreña.

La tabla 2, presenta los diferentes tipos de aeronaves que posee actualmente la FAS.

**Tabla 2. Aeronaves de la Fuerza Aérea Salvadoreña.**

Aeronave	Origen	Tipo	Versión	En servicio activo	En reserva	Notas
Cessna T-41 Mescalero	Estados Unidos	Entrenador	T-41D	1		FAS 95 En servicio activo, uso para misiones de comunicaciones y enlace. Parte del Escuadrón de Transporte
Cessna 210	Estados Unidos	Entrenador	310	2		YS-11N, YS-12N Aeronaves para misiones de enlace y reconocimiento aéreo.
ENAER T-35 Pillan <sup>1</sup>	Chile	Entrenador	T-35A T-35B	1 3		EAM/FAS 70, 71, 72, 74. Aeronaves para entrenamiento Básico y avanzado parte de la Escuela de Aviación Militar.
Basler BT-67	Estados Unidos	Transporte táctico	BT-67 Turbo Basler	1	1	BT-67 Turbo Basler "Fantasma" FAS 116 ha sido puesto en servicio nuevamente bajo un proyecto de recuperación de aeronaves, FAS 118 almacenado.
Beechcraft Baron	Estados Unidos	Observación y Reconocimiento y patrullaje	58PA	1		FAS 010 aeronave donada por los Estados Unidos de norte América en febrero de 2017.
Rockwell Commander 114	Estados Unidos	Reconocimiento táctico	Commander 114	1		FAS 007N en servicio, para misiones de reconocimiento y patrullaje aéreo.
Learjet 45	Estados Unidos	Transporte	Learjet 45	1		N56LF aeronave es Alquilada para misiones diplomáticas
IAI Arava 202	Israel	Transporte	IAI 202	2	1	FAS 801,803 en servicio y 802 Almacenado.
Bell UH-1 Guardian	Estados Unidos	helicóptero utilitario	Bell UH-1H Huey	5	7	5 helicópteros en servicio (FAS: 208, 215, 283, 292, 300) 7 helicópteros almacenados listos para ser puestos en servicio cuando se requiera. Adicionalmente la República de Taiwán a oficializado la donación

Aeronave	Origen	Tipo	Versión	En servicio activo	En reserva	Notas
						de 4 Bell UH-1H que se espera su llegada a fines de 2017.
Bell UH-1M	Estados Unidos	helicóptero utilitario y de ataque	Bell UH-1M Cazador	1	3	1 En servicio (FAS 228) y 3 almacenados conocidos como los Cazadores
Bell 412	Estados Unidos	helicóptero utilitario	412EP	4		FAS 002(VIP),250,252,253 todos en servicio activo
MD Helicopters MD 500	Estados Unidos	helicóptero utilitario y de ataque	MD 500E	8		5 versión antigua adquiridos en 1984, FAS 38,42,45,46,47 y 3 adquiridos en el año 2012 donados por US.Army FAS 48,49 y 50, todos en servicio activo
Schweizer 300	Estados Unidos	helicóptero utilitario	300C	3	2	3 en servicio(EAM/FAS: 150,151,153) y 2 almacenados(EAM/FAS:152,155)
Bell 407	Estados Unidos	helicóptero utilitario	Bell 407	1		FAS 001 adquirido para uso presidencial
Bell 206	Estados Unidos	helicóptero utilitario	Bell 206L-3 Long Ranger	1		YS-1001N adquirido para uso presidencial
Socata Rallye	Francia	Utilitario	Rallye 235G	2	2	Dos puestos en servicio a final de Diciembre 2013 FAS 61 y 63, almacenados FAS 55,65 utilizados para repuestos de las aeronaves activas.
Cessna O-2 Skymaster	Estados Unidos	Reconocimiento seguridad aérea	337G O-2A O-2B	1 7 1		Cessna O-2A activas FAS 608,610,613,617,620,621,622,624, 625. Cessna O-2B Activa FAS 624 y Cessna 337G 608 todas activas para misiones de Patrullaje e interceptación de aeronaves y forman parte de Escuadrones Caza y Bombardeo/Cuscatlán
Cessna A-37 Dragonfly	Estados Unidos Chile	Caza Subsonico	A-37B	12	3	Cessna OA/A-37B en servicio, FAS 421,424,425,427,432,434, en reserva 3 Cessna OA/A-37B FAS 422,428,433. Adicionalmente el 31 de marzo de 2014 se han recibido 10 Cessna OA/A-37B adquiridos a Chile mas repuestos mediante

Aeronave	Origen	Tipo	Versión	En servicio activo	En reserva	Notas
						un convenio el pasado 31 de octubre de 2013, 10 de las 12 aeronaves fueron puestas en condiciones de vuelo y fueron presentadas el 7 de mayo de 2014 durante el acto de celebración del día del soldado salvadoreño, FAS 435,436,437,438,439,440,441,442, 443,444,445.

Fuente: [Adaptado de "Fuerza Aérea Salvadoreña", [https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza\\_Aérea\\_Salvadoreña](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_Aérea_Salvadoreña)].

## **CAPITULO II. Marco Teórico**

### **2.1. Marco Teórico.**

#### **2.1.1. Introducción al Mantenimiento Autónomo.**

El mantenimiento autónomo es una de las etapas de la preparación de las condiciones de implantación de la metodología del TPM en la formación del personal es una actividad importante. Estas actividades comprenden: Metodología de las Cinco S, y el Mantenimiento Autónomo, Promoción y soporte total de los siete pasos del mantenimiento autónomo y Establecimiento de diagnóstico de habilidades (Capacitación y adiestramiento en Multi-habilidades) y Procedimientos de trabajo.

La etapa de preparación incluye la educación a todos los medios administrativos, operativos y gerenciales. La etapa de formación del personal en la metodología incluye el personal de mando intermedio y personal base. El mantenimiento autónomo por los operadores es una característica única del TPM; y es vital para la institución. Ésta acción es la más difícil y la que se lleva más tiempo en realizar, porque a los operadores y operarios de mantenimiento se les dificulta dejar su forma habitual de trabajo. Los operadores trabajan a tiempo completo en la producción y el personal de mantenimiento asume por completo las responsabilidades de las reparaciones. Además de las algunas ventajas que para ellos representa su forma actual de trabajo. Se dice entonces quien está convencido se anima a participar y quien no lo esta es tu enemigo.

Cambiar tales actitudes son las razones por las que se requiere de mucho tiempo para progresar eficientemente en la implementación completa del TPM. Cambiar el ambiente en una institución lleva mucho tiempo. Al fomentar el TPM en su institución, usted debe creer en la factibilidad de que, cada uno de sus colaboradores pueden adoptar la autonomía en su trabajo. En adición cada elemento tiene que ser entrenado en la destreza de hacer el mantenimiento autónomo, actividades básicas como inspección, limpieza y lubricación de su propio equipo. (Mantenimiento Autónomo básico, el TPM es mucho más) La falta de las tareas de inspección del equipo productivo, reaprietes, limpieza, remoción de rebaba, polvo, contaminantes y lubricación promueven las causas de corrosión, tiempos perdidos y defectos de calidad. Sin embargo, la capacitación y el

adiestramiento no terminan con el mantenimiento básico del equipo por él operador; incrementar las habilidades de los operadores de las máquinas y operarios de mantenimiento o mecánicos, capacitándolos en principios de componentes mecánicos.

Las capacitaciones deben enfocarse a cursos como: Análisis de causa raíz, lógica secuencial, cursos básicos de electricidad, mecánica, neumática, hidráulica, líneas de fuerza, ergonomía, ecología, etc., todos ellos dependiendo de las necesidades de la institución.

También no esperar a que los operadores sean técnicos especializados, en cada una de estas técnicas, pero si especialistas de su propia máquina o equipo. Por ejemplo, la Lógica secuencial trata del binomio, hombre-máquina donde se obtiene la comprensión del lenguaje máquina-hombre, hombre-máquina.

Tornillería, se refiere a la mecánica básica, uso de herramientas, lubricación, transmisiones y rodamientos, que todo operador debe conocer para dar el mantenimiento correctivo y preventivo a maquinaria, equipo, herramental, y elementos periféricos. Una vez cumplida la capacitación que le permita al operador incrementar sus habilidades, propone entonces las cinco medidas para cero paros. Es entonces que surge la necesidad de una oficina técnica, (Ingeniería de la planta o ingeniería de métodos), con una estructura tal, que soporte el total de las necesidades del nuevo mantenimiento. Es por eso que el TPM lleve mucho tiempo en implementarse y de que exija de asesoría en su implementación EL TPM entre otras cosas es también, Cinco S, SDM, RCM, a continuación, se presenta lo referente al mantenimiento autónomo en los siete pasos propuestos por el Dr. Nakajima.

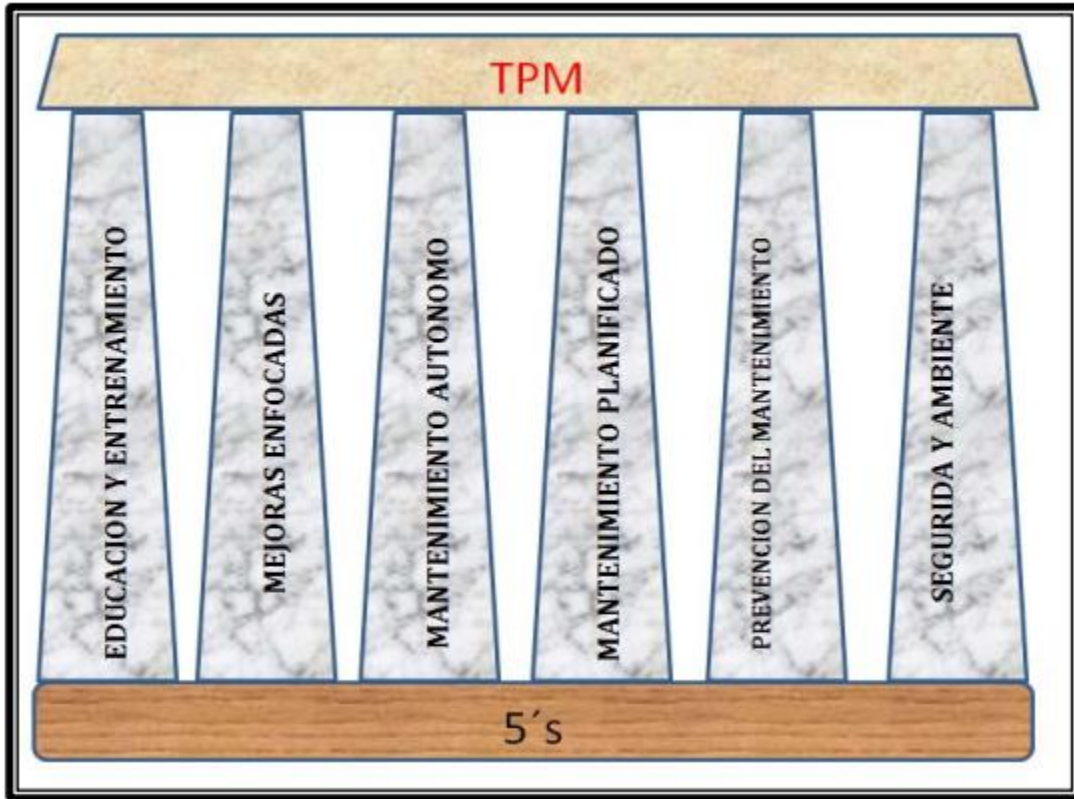


Figura 4. Pilares del TPM.

Tomado de "TPM, Mantenimiento productivo total, orientaciones para su implementación", Julio Carbajal Brenes, Costa Rica, 2014.

#### 2.1.1.1. Mantenimiento autónomo en siete pasos.

1. **Limpieza inicial:** Desarrollo del interés de los operadores y operarios por mantener limpias sus máquinas. La limpieza es un proceso educativo que provoca resistencia al cambio, esto es debido a que no estamos acostumbrados a trabajar de manera ordenada y limpia, y creemos que el trabajo de limpieza no nos corresponde, más aún si existen personas que realicen este trabajo, este hecho nos hace preguntar: ¿Por qué limpiar si la basura se acumula rápidamente? Una manera de comprender esta necesidad es la respuesta. (No existe vibración cuando este perno esta apropiadamente asegurado).
2. **Proponga medidas y señale las causas y efectos de la basura y el polvo:** Lo más difícil para el individuo es hacer la limpieza inicial. La firmeza debe ser individual para desear mantener el equipo limpio, y así reducir el tiempo de limpieza. El operador de

la maquinaria, cuando ha aceptado hacer la limpieza, debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.

**3. Estándares de limpieza y lubricación:** En los pasos 1 y 2, los operarios y operadores identifican las condiciones básicas que tienen sus equipos. Cuando esto ha sido terminado, los grupos de trabajo del TPM pueden poner los estándares para un rápido y eficaz trabajo de mantenimiento básico, para prevenir el deterioro. Limpieza, lubricación y reapriete para cada pieza del equipo. Más adelante en el paso 5 se revalúan los estándares de mantenimiento autónomo, se inician los mantenimientos preventivos básicos, verificándolos con los procedimientos de inspección autónoma. El método de trabajo de las Cinco S's Se refiere al mejoramiento continuo del ambiente de trabajo y su principal enfoque se basa en el orden y la limpieza de las cosas y en el respeto a las políticas y disciplinas de cada organización. Y es necesario implementarlas antes de iniciar los tres primeros pasos del Mantenimiento Autónomo. Es la herramienta que se utiliza para romper la resistencia que generalmente surge de los mandos medios, método de trabajo que no lesiona ni castiga a nadie, sin embargo, involucra a toda la planta en la mejora continua y prepara las condiciones propicias para el cambio. Pero es necesario hacer una excelente implementación de las Cinco S, no solo una campaña ni un método simple de limpieza. Lamentablemente si no se implementa en total de la misma o solo se realiza en forma de campaña, el TPM, fracasará indefectiblemente. El Dr. Nakajima afirma que "No es conveniente implementar el Mantenimiento Autónomo, sin haber obtenido los logros tempranos que proporcionan las Cinco S. De aquí que ambas metodologías están íntimamente relacionadas". Los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo se enfocan a la reunión de requisitos, por lo tanto, los esfuerzos en esta etapa temprana no siempre presentarán resultados impactantes. Menos aún si previamente no se implementaron las Cinco S.

**4. Inspección general:** Los pasos 1, 2 y 3 son las acciones de mantenimiento autónomo para la prevención, detección y control de las condiciones fundamentales de los equipos, manteniendo limpiezas, lubricación y reaprietes. En este cuarto paso se ensaya la detección de los modos de falla con una inspección general del equipo. Es también vital haber iniciado ya las capacitaciones relacionadas a incrementar las habilidades de todo el personal, para que puedan realizar la inspección general. El

entrenamiento general de inspección, debe cumplirse por categoría a la vez, principiando con el desarrollo de destrezas. En este punto se debe intensificar la capacitación técnica para los trabajadores. Este cuarto paso lleva mucho tiempo complementarlo, porque todos los operarios y operadores tienen que desarrollar su habilidad y destreza para detectar anomalías.

**5. Inspección autónoma:** En el paso 5, los estándares de limpieza y lubricación establecidos en las etapas 1,2 y 3 y el estándar de referencia de la inspección de arranque, son comparados y evaluados para eliminar cualquier inconsistencia y asegurar las actividades del mantenimiento autónomo. El tiempo y la buena técnica proporcionarán el arribo a la meta. En este paso 5 hacer el manual de inspección autónoma. Aquí se complementan las inspecciones de grupos de trabajo de operadores y personal técnico, estas inspecciones se harán con equipo en paro, equipo en marcha y condiciones de operación. Cuando los operadores de producción y operarios de mantenimiento son completamente entrenados para conducir la inspección general, (paso cuatro) el departamento de mantenimiento podrá hacer los programas de mejoramiento del diseño del equipo, mantenimiento preventivo rutinario por calendario y/o uso y grupos de trabajo, además mantenimiento preventivo, mantenimiento anual y preparar los estándares de mantenimiento. Incluir inspecciones, listas de verificación y ajustes, además de procedimientos que contengan un ciclo completo de inspección, puesto que son varias las instancias que participan. Es muy importante culminar con la elaboración del manual de acción correctiva.

**6. Organización y ordenamiento:** (Seiri), o la organización, es el medio para identificar los aspectos a ser manejados en el centro de trabajo, haciendo procedimientos y estándares. Esto es un trabajo para el nivel de dirección y mandos intermedios (No despreciar y simplificar los objetivos a condiciones manejables) Recuerde que el método de las 5 S's, cuando se implementa en el área de trabajo (Seiri) cambia por Clasificación y/o Selección. (Seiton), u ordenamiento, es el medio para adherirse a los Estándares establecidos y es principalmente responsabilidad de los operadores y operarios. Parte de las actividades de los grupos de trabajo, son sobre la base del orden y limpieza, que tienen que ser siempre enfocados al mejoramiento continuo que hace más fácil seguir los estándares. (Seiri y seiton). Organización y ordenamiento,

son así las actividades de mejoramiento para fomentar, simplificar y organizar el mantenimiento autónomo, y la adhesión a los estándares y procedimientos. Siendo los caminos del aseguramiento de la estandarización. Usar controles visuales en todo el centro de trabajo. Los pasos 1 al 5 acentúan las actividades de inspección y mantenimiento de las condiciones básicas de los equipos. (Limpieza, lubricación, y reapriete). El papel del operario y operador es mucho más amplio, sin embargo, tome en cuenta que solo es el principio.

En el paso 6, líderes, Mandos medios, y directores toman el papel principal en complementar la implantación del mantenimiento autónomo por evaluación del papel de los operarios y clarificar sus responsabilidades. Es recomendable este paso dividirlo en sub-pasos, que describan más a detalle las acciones a tomar. Recuerde que la implantación del TPM toma de tres a cinco años. Los operadores deben llegar en este término a; soportar el mantenimiento correctivo básico, el preventivo básico, detectar modos de fallas, producir solo con calidad, etc.

- 7. Término de la implantación del mantenimiento autónomo.** Habiendo terminado las actividades de los grupos de trabajo, conducidas por los supervisores (terminado el paso 6) los trabajadores serán más profesionales y con una moral alta. Por último, ellos se hacen independientes, especialistas, y confiados trabajadores, quienes pueden buscar o generar su propio trabajo y el mejoramiento del equipo, proceso y herramientas con autonomía

El primer paso hacia el mejoramiento, es eliminar las fallas en los equipos por quienes los operan. Las experiencias que se obtienen en este esfuerzo, son la retroalimentación para mejorar el diseño de los equipos que gradualmente se aproximarán al ideal. Una falla resulta de la pérdida del funcionamiento normal de cierta componente de un equipo, (Deterioro). La pérdida de funcionamiento normal, indica que las fallas de los equipos no están limitadas a un inesperado paro que conduzca a una suspensión total. Aun cuando el equipo siga trabajando, el deterioro puede causar varias pérdidas pequeñas, como; bajo rendimiento, pérdida de velocidad, tiempos ciclos mayores, más largos y difíciles puesta a punto, ajustes, tiempo ocioso y paros bajos. Tales pérdidas tienen que ser tratadas como fallas inesperadas. Los paros inesperados con suspensión completa son llamados fallas de

funcionamiento-pérdida, mientras aquellos que implican deterioros paulatinos del equipo y a pesar de ello continua mal operando, son llamados fallas de reducción de funcionamiento.

#### **2.1.1.2. Auditoria del mantenimiento autónomo.**

Auditar las actividades de los grupos de trabajo para evaluación, es parte importante del papel que juega el personal de ingeniería en el desarrollo del sistema de mantenimiento autónomo. Para conducir eficazmente la auditoria del mantenimiento autónomo, los supervisores y el personal de ingeniería, ellos tienen que entender el ambiente actual, para que puedan proveer a los grupos de trabajo de la técnica, las instrucciones de trabajo y análisis de los sistemas y equipo e incluso la relación con un producto, y proporcionar el sentido de pertenencia al trabajador para que complementen y realicen cada paso.

Con esto se indica que la auditoria del mantenimiento autónomo debe ser realizada en forma autónoma por los mismos trabajadores. Nunca un trabajador de un departamento debe auditar su propia máquina o equipo.

#### **2.1.2. Introducción a las Pruebas no Destructivas.**

Los “Ensayos No Destructivos”, END o “Pruebas No Destructivas” PND (NDT en inglés), son un campo de la ingeniería que se desarrolla rápidamente. Las técnicas como la digitalización de imágenes, la radiografía por neutrones, el electromagnetismo o la emisión acústica, que eran relativamente desconocidas hasta hace pocos años, se han convertido en herramientas de uso cotidiano en las industrias que desean mantenerse en la vanguardia del mercado ofreciendo calidad en sus productos y como herramienta predictiva para el mantenimiento de sus equipos. Las actividades que revisten mayor importancia para los fines de esta introducción son las pruebas de inspecciones que normalmente se practican a los materiales y que se pueden dividir de diferentes formas. Una de las clasificaciones más usuales es la siguiente: a) Pruebas Destructivas. b) Pruebas No Destructivas.

El objetivo principal de las pruebas destructivas es determinar cuantitativamente el valor de ciertas propiedades de los materiales, como resistencia mecánica, la tenacidad o la dureza. La ejecución de las pruebas destructivas involucra el daño del material, la destrucción de la probeta o la pieza empleada en la determinación correspondiente, por lo que podemos concluir que los ensayos destructivos son la aplicación de métodos físicos directos que alteran de forma permanente las propiedades físicas, mecánicas o dimensionales de un material, parte o componente sujeto a inspección. Este tipo de pruebas siempre ha sido necesario para comprobar si las características de un material cumplen con lo especificado durante el diseño.

Debe observarse que estas pruebas no se pueden aplicar a todas las partes o componentes, ya que serían destruidos y perderían su utilidad. Sin embargo, el desarrollo de nuevas tecnologías y la optimización de los productos o los requisitos de seguridad, como es el caso de la industria aeroespacial, la nucleoelectrónica o la petroquímica, impusieron también nuevas condiciones de inspección, en las cuales se estableció la necesidad de verificar hasta en un 100% los componentes críticos; lo que planteó una severa dificultad a los departamentos de calidad, hasta que iniciaron el empleo de otras técnicas de inspección, diferentes a la visual, con las cuales se medía la integridad de los componentes sin destruirlos. Esto fue posible al medir alguna otra propiedad física del material y que estuviera relacionada con las características críticas del componente sujeto a inspección; es decir, se inició la aplicación de las pruebas no destructivas.

Las pruebas no destructivas PND son la aplicación de métodos físicos indirectos, como es la transmisión del sonido, la opacidad al paso de la radiación, etc., y que tienen la finalidad de verificar la sanidad de las piezas examinadas. No obstante, cuando se aplica este tipo de pruebas no se busca determinar las propiedades físicas inherentes de las piezas, sino verificar su homogeneidad y continuidad. Por lo tanto, estas pruebas no sustituyen a los ensayos destructivos, sino que más bien los complementan. Las pruebas no destructivas, como su nombre lo indica, no alteran de forma permanente las propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales de un material. Por ello no inutilizan las piezas que son sometidas a los ensayos y tampoco afectan de forma permanente las propiedades de los materiales que las componen.

De acuerdo con su aplicación, los Ensayos no Destructivos (nombre más comúnmente usado para las pruebas no destructivas) se dividen en:

- a) Técnicas de Inspección Superficial.
- b) Técnicas de Inspección Volumétrica.
- c) Técnicas de Inspección de la Integridad o hermeticidad.

#### **2.1.2.1. Métodos de ensayos no destructivos más comunes.**

##### **a) Partículas Magnéticas. (Técnica de inspección superficial).**

La inspección por Partículas Magnéticas permite detectar discontinuidades superficiales y sub superficiales en materiales ferro-magnéticos. Se selecciona usualmente cuando se requiere una inspección más rápida que con los líquidos penetrantes. El principio del método es la formación de distorsiones del campo magnético o de polos cuando se genera o se induce un campo magnético en un material ferromagnético; es decir, cuando la pieza presenta una zona en la que existen discontinuidades perpendiculares a las líneas del campo magnético, éste se deforma o produce polos. Las distorsiones o polos atraen a las partículas magnéticas, que fueron aplicadas en forma de polvo o suspensión en la superficie sujeta a inspección y que por acumulación producen las indicaciones que se observan visualmente de manera directa o bajo luz ultravioleta.

Actualmente existen 32 variantes del método, que al igual que los líquidos penetrantes sirven para diferentes aplicaciones y niveles de sensibilidad. En este caso, antes de seleccionar alguna de las variantes, es conveniente estudiar el tipo de piezas a inspeccionar, su cantidad, forma y peso, a fin de que el equipo a emplear sea lo más versátil posible; ya que con una sola máquina es posible efectuar al menos 16 de las variantes conocidas.

##### **Requisitos de la inspección por partículas magnéticas.**

Antes de iniciar la inspección por Partículas Magnéticas, es conveniente tomar en cuenta los siguientes datos:

La planificación de este tipo de inspecciones se inicia al conocer cuál es la condición de la superficie del material y el tipo de discontinuidad a detectar. Así mismo deben conocerse

las características metalúrgicas y magnéticas del material a inspeccionar; ya que de esto dependerá el tipo de corriente, las partículas a emplear y, en caso necesario, el medio de eliminar el magnetismo residual que quede en la pieza.

Si se trabaja bajo normas internacionales (Código ASME, API, AWS) o de compañías (Bell, Pratt & Whitney o GE), las partículas a emplear deben ser de los proveedores de las listas de proveedores aprobados o confiables publicados por ellas. En caso necesario, se solicita al proveedor una lista de qué normas, códigos o especificaciones de compañías satisfacen sus productos.

Al igual que en el caso de los líquidos penetrantes, una vez seleccionado uno o varios proveedores, nunca se deben mezclar sus productos, como puede ser el caso de emplear las partículas del proveedor A con un agente humectante del proveedor B o las partículas de diferentes colores o granulometrías fabricadas por el mismo proveedor.

### **Secuencia de la inspección.**

Es importante destacar que con este método sólo pueden detectarse las discontinuidades perpendiculares a las líneas de fuerza del campo magnético. De acuerdo al tipo de magnetización, los campos inducidos son longitudinales o circulares. Además, la magnetización se genera o se induce, dependiendo de si la corriente atraviesa la pieza inspeccionada, o si ésta es colocada dentro del campo generado por un conductor adyacente.



Figura 5. Aplicación de técnica de partículas magnéticas.  
Fuente: elaboración propia.

### **Corriente de magnetización.**

Se seleccionará en función de la localización probable de las discontinuidades; si se desea detectar sólo discontinuidades superficiales, debe emplearse la corriente alterna, ya que ésta proporciona una mayor densidad de flujo en la superficie y por lo tanto mayor sensibilidad para la detección de discontinuidades superficiales; pero es ineficiente para la detección de discontinuidades sub superficiales. Si lo que se espera es encontrar defectos superficiales y sub superficiales, es necesario emplear la corriente rectificada de media onda; ya que ésta presenta una mayor penetración de flujo en la pieza, permitiendo la detección de discontinuidades por debajo de la superficie. Sin embargo, es probable que se susciten dificultades para desmagnetizar las piezas. Magnetización lineal.

La forma de magnetizar es también importante, ya que, conforme a las normas comúnmente adoptadas, la magnetización con yugo sólo se permite para la detección de discontinuidades superficiales. Los yugos de AC o DC producen campos lineales entre sus polos y por este motivo tienen poca penetración. Otra técnica de magnetización lineal es emplear una bobina (solenoides). Si se selecciona esta técnica, es importante procurar que la pieza llene lo más posible el diámetro interior de la bobina; problema que se elimina al enredar el cable de magnetización alrededor de la pieza. Entre mayor número de vueltas (espiras) tenga una bobina, presentará un mayor poder de magnetización.

### **Magnetización circular.**

Cuando la pieza es de forma regular (cilíndrica), se puede emplear la técnica de cabezales, que produce magnetización circular y permite la detección de defectos paralelos al eje mayor de la pieza. Una variante de esta técnica es emplear contactos en los extremos de la pieza, que permiten obtener resultados similares. Otra forma de provocar un magnetismo circular es emplear puntas de contacto, pero sólo se recomienda su empleo para piezas burdas o en proceso de semi acabado. Se deben utilizar puntas de contacto de aluminio, acero o plomo para evitar los depósitos de cobre, que pudieran iniciar puntos de corrosión. Esta técnica permite cierta movilidad con los puntos de inspección, pudiéndose reducir la distancia hasta 7 cm entre los polos o aumentarse hasta 20 cm, con lo cual es factible inspeccionar configuraciones relativamente la inspección de piezas con alta permeabilidad y baja retentividad, como es el caso de los aceros al

carbono o sin tratamiento térmico de endurecimiento, es recomendada la técnica de magnetización continua; esto es, mantener el paso de la energía eléctrica mientras se efectúa la inspección. Cuando las piezas son de alta retentividad, se acostumbra emplear el campo residual (magnetismo residual). En este caso se hace pasar la corriente de magnetización y posteriormente se aplican las partículas. Cualquiera que sea la técnica seleccionada, siempre se debe procurar que la inspección se realice con dos magnetizaciones aproximadamente perpendiculares entre sí; por ello, en la práctica es común combinar dos o más métodos.

### **Aplicación de las partículas.**

- Tipo de partículas. Por término general, se prefieren las partículas secas cuando se requiere detectar discontinuidades relativamente grandes. Las partículas en suspensión se emplean preferentemente para detectar discontinuidades muy pequeñas y cerradas.
- Color de las partículas. Dependerá de contraste de fondo. De este modo se emplearán partículas de color oscuro (negras o azules) para piezas recién maquinadas y partículas de colores claros (grises o blancas) para piezas con superficies oscuras. Las partículas de color rojo están en un punto intermedio y fueron desarrolladas para que su observación se facilite empleando una tinta de contraste blanco; esta tinta tiene un color y consistencia parecidos al del revelador no acuoso de los PT, pero con mayor poder de adherencia. Cuando se desea una mayor sensibilidad en un método, es necesario emplear las partículas fluorescentes.

Las partículas se aplican conforme se realiza la inspección, para lo que existen dos prácticas comunes que son:

- Si se emplean partículas secas, primero se hace pasar la corriente de magnetización y al mismo tiempo se rocían las partículas.
- Si se emplean partículas en suspensión, primero se aplica la solución sobre la superficie a inspeccionar e inmediatamente se aplica la corriente de magnetización. Generalmente se recomienda que la corriente de magnetización se mantenga durante el tiempo de aplicación de las partículas, ya que es cuando el campo magnético es más intenso y permite que las partículas sean atraídas hacia

cualquier distorsión o fuga de campo, para así indicar la presencia de una posible discontinuidad.

### **Ventajas de las partículas magnéticas.**

Con respecto a la inspección por líquidos penetrantes, este método tiene las siguientes ventajas:

- i. Requiere de un menor grado de limpieza.
- ii. Generalmente es un método más rápido y económico.
- iii. Puede revelar discontinuidades que no afloran a la superficie.
- iv. Tiene una mayor cantidad de alternativas

### **Limitaciones de las partículas magnéticas.**

- i. Son aplicables sólo en materiales ferro-magnéticos.
- ii. No tienen gran capacidad de penetración.
- iii. El manejo del equipo en campo puede ser caro y lento.
- iv. Generalmente requieren del empleo de energía eléctrica.
- v. Sólo detectan discontinuidades perpendiculares al campo

### **b) Líquidos Penetrantes. (Técnica de inspección superficial).**

La inspección por Líquidos Penetrantes es empleada para detectar e indicar discontinuidades que afloran a la superficie de los materiales examinados. En términos generales, esta prueba consiste en aplicar un líquido coloreado o fluorescente a la superficie a examinar, el cual penetra en las discontinuidades del material debido al fenómeno de capilaridad. Después de cierto tiempo, se remueve el exceso de penetrante y se aplica un revelador, el cual generalmente es un polvo blanco, que absorbe el líquido que ha penetrado en las discontinuidades y sobre la capa de revelador se delinea el contorno de ésta.



Figura 6. Diferentes reveladores.  
Fuente: elaboración propia.

Actualmente existen 18 posibles variantes de inspección empleando este método; cada una de ellas ha sido desarrollada para una aplicación y sensibilidad específica. Así, por ejemplo, si se requiere detectar discontinuidades con un tamaño de aproximadamente medio milímetro (0.012"aprox.), debe emplearse un penetrante fluorescente, removible por post-emulsificación y un revelador seco. Por otra parte, si lo que se necesita es detectar discontinuidades mayores a 2.5mm (0.100" aprox.), conviene emplear un penetrante contrastante, lavable con agua y un revelador en suspensión acuosa.

### **Requisitos de la inspección por líquidos penetrantes.**

Antes de iniciar las pruebas de Líquidos Penetrantes, es conveniente tener en cuenta la siguiente información: Es muy importante definir las características de las discontinuidades y el nivel de sensibilidad con que se las quiere detectar, ya que si son relativamente grandes o se quiere una sensibilidad entre baja y normal, se recomienda emplear penetrantes visibles; pero si la discontinuidad es muy fina y delgada o se requiere de una alta o muy alta sensibilidad, es preferible emplear los penetrantes fluorescentes

### **Procedimiento de inspección mediante líquidos penetrantes visibles.**

Las figuras 7, 8 y 9 muestran los pasos del procedimiento de inspección mediante líquidos penetrantes visibles.



Figura 7. Limpieza mediante aplicación de líquido removedor.  
Fuente: elaboración propia.



Figura 8. Aplicación de líquido penetrante en la zona a inspeccionar.  
Fuente: elaboración propia.



Figura 9. Aplicación de líquido penetrante en la zona a inspeccionar.  
Fuente: elaboración propia.



Figura 10. Interpretación.  
Fuente: elaboración propia.

Otro factor de selección es la condición de la superficie a inspeccionar; ya que si es una superficie rugosa o burda, como sería el caso de una unión soldada o una pieza fundida, se debe emplear un penetrante líquido removible con agua. Pero si la superficie es tersa y pulida, es preferible emplear un penetrante removible con solvente. Finalmente, cuando se requiere una inspección de alta calidad o con problemas de sensibilidad, se puede emplear un penetrante post-emulsificable.

Si el material a examinar es acero inoxidable, titanio o aluminio (para componentes aeronáuticos, por ejemplo) o aleaciones de níquel (monel), entonces los penetrantes deberán tener un control muy rígido de contaminantes, como son los compuestos halogenados (derivados del flúor, cloro, bromo, yodo) o de azufre (sulfatos o sulfuros), ya que, si quedan residuos de ellos, puede ocasionar fracturas o fragilidad del material. Todos los proveedores de productos de alta calidad proporcionan un certificado de pureza de sus productos sin cargo adicional. Si se trabaja bajo normas internacionales (Código ASME, API, AWS) o de compañías (Bell, Pratt & Whitney o GE), los líquidos deben ser de los proveedores de las listas de proveedores aprobados o confiables publicados por ellos.

En caso necesario, se solicitará al proveedor una lista de qué normas, códigos o especificaciones de compañías cubren sus productos. Una vez seleccionado uno o varios proveedores, nunca se deberán mezclar sus productos; como, por ejemplo, emplear el revelador del proveedor A con un penetrante del proveedor B o un penetrante de una sensibilidad con un revelador de otra sensibilidad, aunque ambos sean fabricados por el mismo proveedor.

### **Aplicaciones de los líquidos penetrantes.**

Las aplicaciones de los Líquidos Penetrantes son amplias y por su gran versatilidad se utilizan desde la inspección de piezas críticas, como son los componentes aeronáuticos, hasta los cerámicos como las vajillas de uso doméstico.

Muchas de las aplicaciones descritas son sobre metales, pero esto no es una limitante, ya que se pueden inspeccionar otros materiales, por ejemplo, cerámicos vidriados, plásticos, porcelanas, recubrimientos electroquímicos, etc.

### **Ventajas generales de los líquidos penetrantes.**

- i. La inspección por Líquidos Penetrantes es extremadamente sensible a las discontinuidades abiertas a la superficie.
- ii. La configuración de las piezas a inspeccionar no representa un problema para la inspección.
- iii. Son relativamente fáciles de emplear.
- iv. Brindan muy buena sensibilidad.
- v. Son económicos.
- vi. Son razonablemente rápidos en cuanto a la aplicación, además de que el equipo puede ser portátil.
- vii. Se requiere de pocas horas de capacitación de los Inspectores.

### **Limitaciones generales de los líquidos penetrantes.**

- i. Sólo son aplicables a defectos superficiales y a materiales no porosos.
- ii. Se requiere de una buena limpieza previa a la inspección.
- iii. No se proporciona un registro permanente de la prueba no destructiva.
- iv. Los Inspectores deben tener amplia experiencia en el trabajo.
- v. Una selección incorrecta de la combinación de revelador y penetrante puede ocasionar falta de sensibilidad en el método.
- vi. Es difícil quitarlo de roscas, ranuras, huecos escondidos y superficies ásperas.

### **c) Radiografía Industrial. (Técnica de inspección volumétrica).**

La inspección por RT se define como un procedimiento de inspección no destructivo de tipo físico, diseñado para detectar discontinuidades macroscópicas y variaciones en la estructura interna o configuración física de un material. Al aplicar RT, normalmente se obtiene una imagen de la estructura interna de una pieza o componente, debido a que este método emplea radiación de alta energía, que es capaz de penetrar materiales sólidos, por lo que el propósito principal de este tipo de inspección es la obtención de registros permanentes para el estudio y evaluación de discontinuidades presentes en dicho material. Por lo anterior, esta prueba es utilizada para detectar discontinuidades internas en una amplia variedad de materiales.

Dentro de los END, la Radiografía Industrial es uno de los métodos más antiguos y de mayor uso en la industria. Debido a esto, continuamente se realizan nuevos desarrollos que modifican las técnicas radiográficas aplicadas al estudio no sólo de materiales, sino también de partes y componentes; todo con el fin de hacer más confiables los resultados durante la aplicación de la técnica. El principio físico en el que se basa esta técnica es la interacción entre la materia y la radiación electromagnética, siendo esta última de una longitud de onda muy corta y de alta energía. Durante la exposición radiográfica, la energía de los rayos X o gamma es absorbida o atenuada al atravesar un material. Esta atenuación es proporcional a la densidad, espesor y configuración del material inspeccionado.

La radiación ionizante que logra traspasar el objeto puede ser registrada por medio de la impresión en una placa o papel fotosensible, que posteriormente se somete a un proceso de revelado para obtener la imagen del área inspeccionada; o bien, por medio de una pantalla fluorescente o un tubo de video, para después analizar su imagen en una pantalla de televisión o grabarla en una cinta de video. En términos generales, es un proceso similar a la fotografía, con la diferencia principal de que la radiografía emplea rayos X o rayos Gamma y no energía luminosa. En la actualidad, dentro del campo de la industria existen dos técnicas comúnmente empleadas para la inspección radiográfica:

1. Radiografía con rayos X.
2. Radiografía con rayos gamma.

La principal diferencia entre estas dos técnicas es el origen de la radiación electromagnética; ya que, mientras los rayos X son generados por un alto potencial eléctrico, los rayos gamma se producen por desintegración atómica espontánea de un radioisótopo.

Los rayos X son generados por dispositivos electrónicos y los rayos gamma por fuentes radioactivas naturales o por isótopos radioactivos artificiales producidos para fines específicos de Radiografía Industrial, tales como: iridio 192, cobalto 60, cesio 137 y tulio 170. La fuente de rayos X es el ánodo en un tubo eléctrico de alto voltaje. Cuando se prende, el haz de electrones generado en el cátodo impacta sobre el ánodo y esto provoca la emisión de los rayos X en todas direcciones; la capa de blindaje alrededor del

tubo absorbe los rayos X, excepto aquellos que escapan a través de un orificio o ventana que existe para tal fin. Los rayos que pasan se emplean para producir la radiografía. Cuando se apaga la máquina de rayos X, la radiación cesa y la pieza inspeccionada no conserva radioactividad.

Aunque existen arreglos especiales, diseñados para casos determinados, el equipo que se emplea con más frecuencia para la inspección radiográfica es el siguiente:

1. Fuente de radiación (rayos X o rayos gamma).
2. Controles de la fuente.
3. Película radiográfica.
4. Pantallas intensificadoras.
5. Indicadores de calidad de la imagen.
6. Accesorios.

### **Requisitos y secuencia de la inspección por radiografía industrial.**

El procedimiento que normalmente se sigue para obtener una radiografía se describe de la siguiente forma: Inicialmente, deben conocerse algunas características del material que se va a examinar, como son: tipo del metal, su configuración, el espesor de la pared a ser radiografiada, etc. Todo ello con el fin de seleccionar el radioisótopo o el kilo voltaje más adecuado. Una vez establecida la fuente de radiación, se deben calcular las distancias entre ésta, el objeto y la película, para así poder obtener la nitidez deseada. Igualmente, se selecciona la película con ciertas características que permitan una exposición en un tiempo razonable y una calidad de imagen óptima. Esta se coloca dentro de una porta película que sirve como protección para evitar que la luz dañe la emulsión fotográfica, y que además contiene las pantallas intensificadoras que sirven para reducir el tiempo de exposición, mejorando con estola calidad de la imagen. Este último proceso se efectúa en el laboratorio. Una vez realizado lo anterior, se procede a poner en práctica las medidas de seguridad radiológica en la zona en la que se va a efectuar la radiografía con el fin de evitar una sobredosis al personal que pueda estar laborando cerca de la zona de inspección. A continuación, se hace el arreglo para colocar la fuente a la distancia calculada con respecto al objeto y se coloca la película radiográfica del otro lado de éste para registrar la radiación que logre atravesar al material sujeto a inspección. Esta

radiación provoca la impresión de la película radiográfica, que corresponde al negativo de una fotografía. Entre mayor sea la cantidad de radiación que incida sobre la película, más se ennegrecerá ésta. Con el objeto de determinar la sensibilidad y la calidad de una radiografía, se emplean indicadores de calidad de imagen, mal llamados penetrámetros. Al realizar la inspección, los indicadores de calidad de imagen se eligen normalmente de manera que el espesor de éstos represente aproximadamente el 2% del espesor de la parte a inspeccionar y, siempre que sea humanamente posible, se colocarán del lado de la fuente de radiación.

La exposición se realiza, bien sea sacando la cápsula que contiene al radioisótopo o encendiendo al aparato de rayos X; esto se lleva a cabo durante el tiempo previamente calculado para realizar la exposición. Una vez terminada la exposición, se recupera la cápsula o se apaga el instrumento de rayos X y la película se lleva a revelar. Si se comprueba que la imagen es satisfactoria, entonces se interpreta para conocer qué tipo de indicaciones están presentes; las cuales posteriormente serán evaluadas para conocer su nivel de severidad y su posible efecto en el material que se inspecciona.

### **Aplicaciones de la radiografía industrial.**

Las propiedades particulares de la radiografía facilitan su aplicación a nivel industrial, médico y de investigación; pues adicionalmente de que la energía de la radiación puede ser absorbida por la materia, también puede hacer fluorescer ciertas sustancias; siendo por todo esto que la técnica tiene diversas aplicaciones en diferentes ramas. En primer lugar, están las aplicaciones en las que se emplea la energía radiante y su efecto sobre la materia, como es el caso de las aplicaciones físicas (efectos de fluorescencia), médicas (destrucción de ciertas células) y biológicas (mutaciones o aplicaciones de esterilización biológica). En segundo lugar, deben mencionarse las aplicaciones en las cuales se emplean los efectos físicos, como son la difracción (determinación de estructuras cristalográficas), fluorescencia (determinación de composición química) y la ionización (detección de la radiación), etc. En tercer lugar, se tienen las aplicaciones en las que se mide la atenuación de la radiación, como es el caso de la medición de espesores en procesos de alta temperatura; la medición de niveles de fluidos; la determinación de densidades en procesos de producción continua y la Radiografía Industrial. Finalmente, resta aclarar que la corta longitud de onda de la radiación que

emplea la radiografía le permite penetrar materiales sólidos, que absorben o reflejan la luz visible; lo que da lugar al uso de esta técnica en el control de calidad de productos soldados, fundiciones, forjas, etc.; para la detección de defectos internos microscópicos tales como grietas, socavados, penetración incompleta en la raíz, falta de fusión, etc.

#### **Ventajas de la radiografía industrial.**

1. Es un excelente medio de registro de inspección.
2. Su uso se extiende a diversos materiales.
3. Se obtiene una imagen visual del interior del material.
4. Se obtiene un registro permanente de la inspección.
5. Descubre los errores de fabricación y ayuda a establecer las acciones correctivas.

#### **Limitaciones de la radiografía industrial.**

1. No es recomendable utilizarla en piezas de geometría complicada.
2. No debe emplearse cuando la orientación de la radiación sobre el objeto sea inoperante, ya que no es posible obtener una definición correcta.
3. La pieza de inspección debe tener acceso al menos por dos lados.
4. Su empleo requiere el cumplimiento de estrictas medidas de seguridad.
5. Requiere personal altamente capacitado, calificado y con experiencia.
6. Requiere de instalaciones especiales como son: el área de exposición, equipo de seguridad y un cuarto oscuro para el proceso de revelado.
7. Las discontinuidades de tipo laminar no pueden ser detectadas por este método.

#### **d) Ultrasonido Industrial. (Técnica de inspección volumétrica).**

La inspección por Ultrasonido Industrial (UT) se define como un procedimiento de inspección no destructiva de tipo mecánico, que se basa en la impedancia acústica, la que se manifiesta como el producto de la velocidad máxima de propagación del sonido entre la densidad de un material. La historia del Ultrasonido Industrial como disciplina científica pertenece al siglo XX.

En 1924, se desarrollaron las primeras técnicas de inspección empleando ondas ultrasónicas. Los experimentos iniciales se basaron en la medición de la pérdida de la intensidad de la energía acústica al viajar en un material. Para tal procedimiento se requería del empleo de un emisor y un receptor de la onda ultrasónica. Posteriormente, durante la Segunda Guerra Mundial, los ingenieros alemanes y soviéticos se dedicaron a desarrollar equipos de inspección ultrasónica para aplicaciones militares. En ese entonces la técnica seguía empleando un emisor y un receptor (técnica de transparencia) en la realización de los ensayos.

Es así como nace la inspección de pulso eco; esta nueva opción permitió al ultrasonido competir en muchas ocasiones superar las limitaciones técnicas de la radiografía, ya que se podían inspeccionar piezas de gran espesor o de configuraciones que sólo permitían el acceso, por un lado. El perfeccionamiento del instrumento de inspección por ultrasonido se debe principalmente a los investigadores alemanes Josef y Herbert Krautkramer, quienes desde 1948 se han dedicado a desarrollar y mejorar el equipo de inspección ultrasónica.



Figura 11. Equipo de ultrasonografía industrial.  
Fuente: elaboración propia.

### **Aplicaciones de UT en la industria**

Los equipos de ultrasonido que empleamos actualmente permiten detectar discontinuidades superficiales, sub superficiales e internas, dependiendo del tipo de transductor utilizado y de las frecuencias que se seleccionen dentro de un ámbito de 0.25 hasta 25 MHz. Las ondas ultrasónicas son generadas por un cristal o un cerámico piezoeléctrico dentro del transductor; este elemento, que llamaremos transductor, tiene la propiedad de transformar la energía eléctrica en energía mecánica y viceversa. Al ser excitado eléctricamente, y por el efecto piezo eléctrico, el transductor vibra a altas frecuencias (lo que genera ultrasonido); estas vibraciones son transmitidas al material que se desea inspeccionar. Durante el trayecto en el material, la intensidad de la energía sónica sufre una atenuación, que es proporcional a la distancia del recorrido.

Cuando el haz sónico alcanza la frontera del material, dicho haz es reflejado. Los ecos o reflexiones del sonido son recibidos por otro (o por el mismo) elemento piezoeléctrico y su señal es filtrada e incrementada para ser enviada a un osciloscopio de rayos catódicos, en donde la trayectoria del haz es indicada por las señales de la pantalla; también puede ser transmitida a un sistema de graficado, donde se obtiene un perfil acústico de la pieza a una pantalla digital, donde se leerá un valor o a una computadora, para el análisis matemático de la información lograda. En muchos aspectos la onda de ultrasonido es similar a las ondas de luz; ambas son ondas y obedecen a una ecuación general de onda.

### **Equipos de inspección ultrasónica**

Existe una gran variedad de equipos ultrasónicos de diferentes marcas, modelos, tamaños, forma, presentación de resultados, etc. La selección deberá ser de acuerdo a las necesidades de inspección y al sistema de transmisión apropiado. Sin embargo, el sistema de transmisión pulso-eco es el más utilizado en la actualidad. El equipo de inspección ultrasónica se compone de:

1. Equipo básico pulso eco (detector de fallas, medidor de espesores)
2. Transductores
3. Block de calibración
4. Cable coaxial
5. Acoplante.

### **Equipo básico pulso-eco**

La mayoría de los sistemas de inspección ultrasónica incluye el siguiente equipo básico:

- a) Un generador electrónico de señales que produce pulsos eléctricos de corta duración.
- b) Un palpador (transductor) que emite el haz de ondas ultrasónicas cuando recibe los pulsos eléctricos.
- c) Un acoplante que transfiere las ondas del haz ultrasónico a la pieza de prueba.
- d) Un palpador (que puede ser el mismo que se utilizó para emitir las ondas de ultrasonido) para aceptar y convertir las ondas de ultrasonido de la pieza de prueba a pulsos eléctricos.

- e) Un dispositivo electrónico para amplificar y si es necesario, desmodular o de otra manera modificar las señales del transductor.
- f) Un dispositivo de despliegue para indicar las características o marcas de salida de la pieza de prueba, el dispositivo puede ser un tubo de rayos catódicos (TRC), pantalla electroluminiscente o de cuarzo líquido.
- g) Un reloj electrónico o contador (timer) para controlar la operación de los componentes del sistema, para servir como punto de referencia primario, y para proporcionar coordinación del sistema completo.

### **Transductores.**

Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra diferente de salida. El nombre del transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza, aunque no necesariamente la dirección de la misma. Es un dispositivo usado principalmente en las ciencias eléctricas para obtener la información de entornos físicos y conseguir (a partir de esta información) señales o impulsos eléctricos o viceversa.



Figura 12. Diferentes tipos de transductores.

Tomado de “Fundamentals of structural integrity: damage tolerant design and nondestructive evaluation”, Allen, F, Hoboken, USA, 2003.

### **Block de Calibración.**

El ensayo ultrasónico es un método de inspección por comparación, es decir, las indicaciones de las discontinuidades son comparadas con las indicaciones obtenidas en

los patrones de referencia. Los bloques patrones son usados para estandarizar la calibración del equipo y evaluar en forma comparativa las indicaciones obtenidas de la pieza de ensayo. Los patrones de referencia están hechos de materiales debidamente seleccionados para garantizar su sanidad interna y que satisfagan los requisitos de atenuación, tamaño de grano y tratamiento térmico.

### **Block Escalonado.**

El block de escalones sirve para efectuar calibraciones cuando se requiere un alto grado de exactitud en la determinación de espesores de pared: para la verificación del desgaste que se ha tenido, por ejemplo, una tubería en servicio. El número de escalones, así como el intervalo de sus incrementos respectivos estará en función del límite de calibración deseado. El transductor de doble cristal o dúplex y este tipo de bloque es la clásica combinación, usando un equipo ultrasónico tipo pulso-eco con barrido tipo "A".

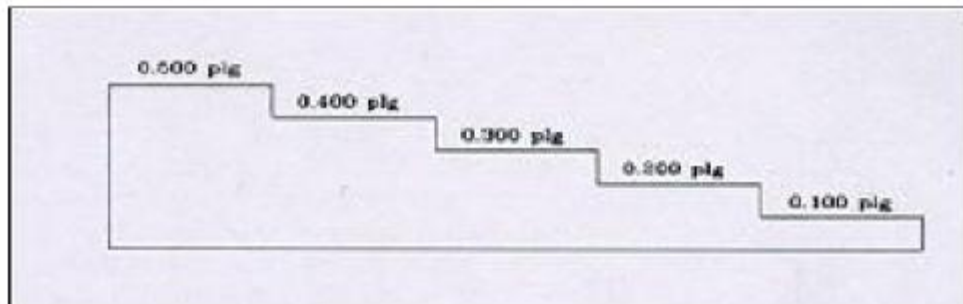


Figura 13. Block de calibración de 5 pasos.  
Tomado de "Fundamentals of structural integrity: damage tolerant design and nondestructive evaluation", Allen, F, Hoboken, USA, 2003.

### **Cable coaxial.**

Un accesorio del sistema de ultrasonido es el cable coaxial, el cual en sus extremos posee conectores los cuales unen al instrumento y al transductor. Los tipos de conectores más comunes son:

1. Microsoft: para transductores muy pequeños (con rosca).
2. BNC: de medio giro.
3. UHF: para muy alta frecuencia (con rosca), usado en inmersión.
4. Lemo: de media presión, los hay en dos tamaños: 0 y 00.

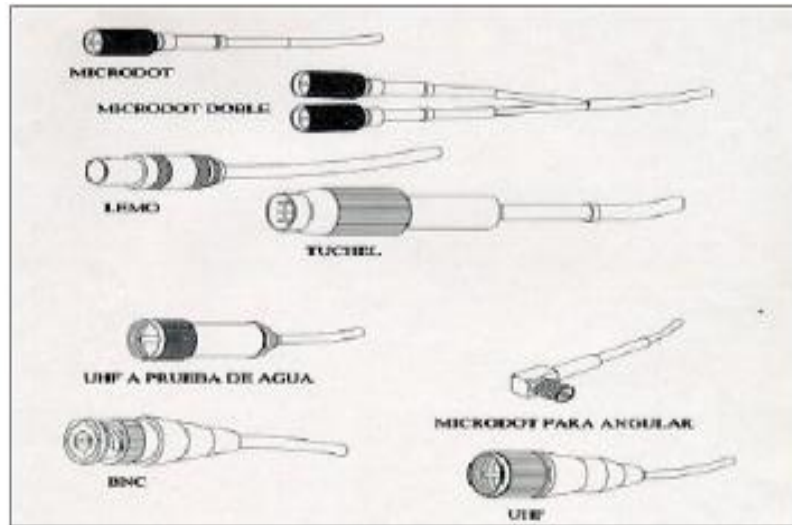


Figura 14. Diferentes tipos de cables y conectores.  
 Tomado de "Fundamentals of structural integrity: damage tolerant design and nondestructive evaluation", Allen, F, Hoboken, USA, 2003.

### **Acoplantes.**

Los acoplantes normalmente usados para la inspección por contacto son agua, aceites, glicerina, grasas de petróleo, grasa de silicón, pasta de tapiz y varias sustancias comerciales tipo pasta. Pueden usarse algunos plásticos suaves que transmiten las ondas de sonido donde puede lograrse un buen acoplamiento aplicando presión con la mano a la unidad de rastreo.

### **Selección y uso de los acoplantes.**

La técnica ultrasónica necesita de un acoplante adecuado para transmitir el ultrasonido entre el transductor y la pieza de prueba. El acoplante puede ser líquido, semilíquido o pastoso con las características siguientes:

1. Proporcionar un acoplamiento acústico positivo para una prueba confiable (amplitudes de ecos de pared posterior consistentes).
2. Mojar la superficie de la pieza de prueba y la cara del transductor, excluyendo el aire entre ellas.
3. Pueda ser fácilmente aplicado.

## **Requisitos y secuencia de la inspección por ultrasonido industrial (UT).**

Antes de iniciar una inspección por UT, es necesario definir los siguientes parámetros, a fin de hacer una correcta selección del equipo de trabajo:

1. Cuál es el tipo de discontinuidad que puede encontrarse.
2. Qué extensión y orientación puede tener en la pieza.
3. Qué tolerancias se pueden aplicar para aceptar o rechazar la indicación.

En la inspección de soldaduras se utiliza generalmente el método de pulso-eco. Todas las normas exigen que el instrumento de inspección ultrasónica sea revisado y, en caso necesario, recalibrado por un taller de servicio autorizado por el fabricante. Este último punto es de vital importancia si se está trabajando bajo códigos o normas de aceptación internacional como AWS o ANSI/ASME. Con base en lo anterior, antes de adquirir un equipo, es recomendable visitar al proveedor y comprobar que cuenta con la licencia por parte del fabricante para dar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo al equipo. A continuación, se deben seleccionar el palpador y el cable coaxial a ser empleados: Los cables son del tipo coaxial para prevenir problemas de interferencia eléctrica y sus conexiones deben ser compatibles con las del instrumento y el transductor a emplear. Por lo común, las normas establecen las condiciones mínimas que deben cumplir los transductores.

En la inspección por ultrasonido se utiliza por lo general ondas longitudinales (haz recto) u ondas transversales (haz angular). Las frecuencias más comúnmente utilizadas son de 1 a 5 MHz con haces de sonido o ángulos de 0°, 45°, 60° y 70°. En la inspección con haz recto; el sonido es transmitido perpendicularmente a la superficie de entrada del sonido.



Figura 15. Inspección mediante ultrasonido industrial con haz recto.  
Fuente Elaboración propia.

En la mayoría de las inspecciones de soldaduras, que se efectúan utilizando la técnica de haz angular, idealmente solamente aparecerán en el TRC señales originadas por discontinuidades durante la inspección.

Es frecuente su empleo para la medición de espesores, detección de zonas de corrosión, detección de defectos en piezas que han sido fundidas forjadas, roladas o soldadas; en las aplicaciones de nuevos materiales como son los metal cerámicos y los materiales compuestos, ha tenido una gran aceptación, por lo sencillo y fácil de aplicar como método de inspección para el control de calidad. Las nuevas tendencias indican que su campo de aplicación se mejorará con el apoyo de las computadoras para el análisis inmediato de la información obtenida.



Figura 16. Inspección mediante ultrasonido industrial con haz recto.  
Fuente: Elaboración propia.

### **Ventajas del ultrasonido industrial.**

- i. Se detectan discontinuidades superficiales y sub superficiales.
- ii. Puede delinarse claramente el tamaño de la discontinuidad, su localización y su orientación.
- iii. Sólo se requiere acceso por un lado del material a inspeccionar.
- iv. Tiene alta capacidad de penetración y los resultados de prueba son conocidos inmediatamente.

### **Limitaciones del ultrasonido industrial.**

- i. Está limitado por la geometría, estructura interna, espesor y acabado superficial de los materiales sujetos a inspección.
- ii. Localiza mejor aquellas discontinuidades que son perpendiculares al haz de sonido.
- iii. Las partes pequeñas o delgadas son difíciles de inspeccionar por este método.
- iv. El equipo puede tener un costo elevado, que depende del nivel de sensibilidad y de sofisticación requerido.
- v. El personal debe estar calificado y generalmente requiere de mucho mayor entrenamiento y experiencia para este método que para cualquier otro de los métodos de inspección.
- vi. La interpretación de las indicaciones requiere de mucho entrenamiento y experiencia de parte del operador.

#### **e) Inspección Visual.**

Ensayo No Destructivo aplicado principalmente a soldaduras para verificar que su integridad mecánica cumpla con las especificaciones o estándares. La inspección visual es un paso importante en todo tipo de evaluación y debe realizarse antes de cualquier otro método de Ensayo No Destructivo. La inspección puede realizarse en las instalaciones de la FAS o en las instalaciones de un cliente, ya que contamos con Laboratorios Móviles. Se tiene técnicos certificados Nivel II y Nivel III (Actualmente en proceso de certificación) que inspeccionan y evalúan los resultados de acuerdo a la especificación requerida. Los estándares más comunes utilizados en este tipo de servicios son: ASME Secc. V art.9, AWS D1.5, AWS D1.1., entre otros. Con la inspección Visual se puede estar seguro de detener oportunamente piezas defectuosas, ahorrando costosas reparaciones en campo.

#### **f) Máquina de Análisis de Aceite.**

Es una herramienta de mantenimiento diseñada para proveer información concerniente al desgaste interno de motores de aeronaves u otro tipo de componente rotativo, el cual es lubricado por un sistema de lubricación de aceite a presión. Las muestras son tomadas de los motores, sistemas hidráulicos, transmisiones etc.

El equipo SPECTROIL determina e identifica la cantidad de pequeñas partículas metálicas suspendidas en el aceite las cuales son de tamaño microscópico estableciendo de esta forma el porcentaje de desgaste del componente. La información obtenida del análisis es examinada junto al record de desgaste obtenida de análisis anteriores a fin de determinar el estado actual. Esta información es comparada con tablas de información establecidas por el fabricante del componente en las cuales están determinados los márgenes de desgaste permisible o anormal para cada componente y de esta forma poder predecir fallas de estos antes que estas ocurran.

#### **Introducción al Taller de Estructuras de Aviación.**

La palabra herramienta viene del latín “ferramentum” que significa hierro forjado. Este nombre se aplica a todo artefacto generalmente metálico que es usado por el ser humano

para realizar una labor de transformación de materia prima. A continuación se describen las herramientas de corte del taller de mecánica industrial.

### **Las Herramientas de Corte.**

Son artefactos creados para el trabajo, y como su nombre lo indica: específicamente para cortar. Según el diccionario de la RAE, cortar significa: “Dividir algo o separar sus partes con algún instrumento cortante”.

Por lo tanto las herramientas de corte son instrumentos cortantes, es decir instrumentos usados para cortar, dividir o arrancar parte del material de una pieza sea cual sea; estas herramientas de corte pueden ser, al igual que todas las demás herramientas, aplicables a cualquier campo laboral por ejemplo en las oficinas: corta papeles, perforadoras, bisturís etc.; en el hogar: tijeras, corta-uñas cuchillos etc.

### **Las Herramientas de Corte en la Mecánica Industrial.**

Si hablamos de mecánica, es la rama de la física que estudia la transmisión del movimiento. Pero si hablamos de industrial, nos referimos al sector laboral que se encarga de la fabricación.

La mecánica industrial: Es la rama de la mecánica que se dedica a la fabricación de piezas para transmitir el movimiento. Esta fabricación de piezas consiste en la transformación de materias primas mediante el Arranque de Viruta. Este consiste, como su nombre lo indica en cortar o arrancar partes de una materia prima para transformarlos en productos terminados o reparaciones como parte de un trabajo de mantenimiento.

Las herramientas manuales o de banco son aquellos artefactos sencillos diseñados para operarlos de forma manual, y con un propósito específico.

Se denomina torno (del latín tornus, y este del griego τόρνος, giro, vuelta) a un conjunto de máquinas y herramientas que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la

pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

Una fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. Mediante el fresado es posible mecanizar los más diversos materiales como madera, acero, fundición de hierro, metales no ferrosos y materiales sintéticos, superficies planas o curvas, de entalladura, de ranuras, de dentado, etc. Además de las piezas fresadas pueden ser desbastadas o afinadas. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.

El taladro es una máquina herramienta donde se mecanizan la mayoría de los agujeros que se hacen a las piezas en los talleres mecánicos. Destacan estas máquinas por la sencillez de su manejo. Tienen dos movimientos: El de rotación de la broca que le imprime el motor eléctrico de la máquina a través de una transmisión por poleas y engranajes, y el de avance de penetración de la broca, que puede realizarse de forma manual sensitiva o de forma automática, si incorpora transmisión para hacerlo.

Las herramientas por excelencia que se usan en el taladro son las brocas: es una pieza metálica de corte que crea orificios en diversos materiales cuando se coloca en una herramienta mecánica como taladro, berbiquí u otra máquina afín. Su función es quitar material y formar un orificio o cavidad cilíndrica. Estas generalmente son fabricadas en HSS.

### **Clasificación general del daño en una aeronave de ala fija o ala rotativa.**

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

Todas las reparaciones estructurales y de los demás sistemas se realicen conforme a los manuales del fabricante de la aeronave.

1. Categoría A Reparación: Una reparación permanente para que las inspecciones que figuran en el documento de datos de mantenimiento de Planificación (MPD), son suficientes y no otras acciones son necesarias.
2. Categoría B Reparación: Una reparación permanente para que las inspecciones suplementarias sean necesarias en el umbral especificado y los intervalos de repetición.
3. Categoría C Reparación: Una reparación limitada en el tiempo que debe ser reemplazada y rediseñada dentro de un plazo determinado. También las inspecciones suplementarias pueden ser necesarias en un determinado umbral e intervalo de repetición.
4. Las reparaciones que no son críticas: para la tolerancia al daño y se clasifican como permanente, interino, o de duración limitada, sobre la base de la durabilidad esperada de la reparación.
5. Reparación permanente: Una reparación que no es necesaria una acción, salvo el mantenimiento normal del operador.
6. Reparación provisional: Una reparación que tiene la resistencia estructural necesaria y podría permanecer en la aeronave indefinidamente. La reparación debe ser inspeccionada en los intervalos especificados y reemplazar si se detecta.

## CAPITULO III. Situación Actual de la FAS.

### 3.1. Presupuesto estimado asignado para mantenimiento.

En la tabla 3, se detalla el presupuesto para los últimos 5 años, asignado a la Fuerza Aérea Salvadoreña, de acuerdo a datos obtenidos del Ministerio de Hacienda de El Salvador.

**Tabla 3. Presupuesto FAS.**

Año	Presupuesto (Millones \$) MDN	# Efectivos militares activos FAES (100%)	# Efectivos militares activos FAS (18.7%)	Presupuesto Mantto. + combustible (FAS ) 2.14% (Millones \$)
2013	163,300,000	24,799	4,638	3,494,620
2014	149,500,000	24,799	4,638	3,199,300
2015	149,000,000	24,799	4,638	3,188,600
2016	146,100,000	24,799	4,638	3,126,540
2017	141,300,000	24,799	4,638	3,023,820

Nota: Efectivos militares de la FAS: 1,872 en la reserva, 321 en la Aviación Aérea Civil Nacional.

Fuente: [Ministerio de Hacienda/FAS]

### 3.2. Calculo de indicadores de mantenimiento.

Al agrupar los equipos por líneas, áreas, zonas, talleres, etc., y se procesan los datos de manera que se obtenga la disponibilidad de una de las líneas, áreas zona o talleres en su conjunto, contendrá información que permitirá, tras un análisis más o menos rápido, tomar decisiones acertadas sobre las actuaciones se deben realizar para mejorar los resultados.

A continuación, se describen los indicadores más usuales que se emplean en un departamento, área o taller de mantenimiento, No todos los indicadores existentes son necesarios: entre todos ellos habrá que elegir aquellos que sean realmente útiles, aquellos que aporten información, para evitar convertirlos en una larga lista de datos. Además, hay que tener en cuenta que en la mayoría de los casos es necesario adaptarlos a cada área o taller en concreto, efectuando pequeñas modificaciones que hagan que los indicadores seleccionados estén perfectamente adaptados a las necesidades concretas de información de un taller o área de mantenimiento.

### 3.2.1. Índices de disponibilidad.

#### 3.2.1.1. Disponibilidad total.

Es sin duda el indicador más importante en mantenimiento, y por supuesto, el que más posibilidades de 'manipulación' tiene. Si se calcula correctamente, es muy sencillo: es el cociente de dividir el nº de horas que un equipo ha estado disponible para producir y el número de horas totales de un periodo:

Una vez obtenida la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos, debe calcularse la media aritmética, para obtener la disponibilidad total de la planta, área o taller, según se detalla en la Figura 17 y Figura 18.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Totales} - \text{Horas parada por mantenimiento}}{\text{Horas Totales}}$$

Figura 17. Formula de disponibilidad.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

$$\text{Disponibilidad total} = \frac{\sum \text{Disponibilidad de equipos significativos}}{\text{Nº de equipos significativos}}$$

Figura 18. Formula de disponibilidad total.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

#### 3.2.1.2. Disponibilidad por averías.

##### Intervenciones no programadas.

La disponibilidad por avería no tiene en cuenta, pues, las paradas programadas de los equipos. Igual que en el caso anterior, es conveniente calcular la media aritmética de la disponibilidad por avería, para poder ofrecer un dato único. La fórmula se muestra en la Figura 19.

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{\text{Horas totales} - \text{Horas de parada por avería}}{\text{Horas totales}}$$

Figura 19. Fórmula de disponibilidad por avería.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.1.3. MTBF (Mid Time Between Failure, tiempo medio entre fallos)

Permite conocer la frecuencia con que suceden las averías, la fórmula se muestra en la Figura 20.

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Nº de Horas totales del periodo de tiempo analizado}}{\text{Nº de averías}}$$

Figura 20. Fórmula de MTBF.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.1.4. MTTR (Mid Time To Repair, tiempo medio de reparación)

Permite conocer la importancia de las averías que se producen en un equipo considerando el tiempo medio hasta su solución, la fórmula para su cálculo se muestra en la Figura 21.

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Nº de horas de paro por avería}}{\text{Nº de averías}}$$

Figura 21. Fórmula de MTTR.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

Por simple cálculo matemático es sencillo deducir que la disponibilidad por avería es igual a la resta del MTBF y MTTR, y el resultado dividido entre el MTBF, tal como se muestra en la Figura 22.

$$\text{Disponibilidad por avería} = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF}$$

Figura 22. Fórmula de disponibilidad por avería basada en indicadores.  
Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.2. Índices de órdenes de trabajo.

#### 3.2.2.1. Índice de cumplimiento de la planificación

A pesar de que resulta muy lógico el empleo de este indicador, en realidad son muy pocas las plantas que lo tienen implementado.

$$\text{Índice de cumplimiento de la planificación} = \frac{N^{\circ} \text{ Órdenes acabadas en la fecha planificada}}{N^{\circ} \text{ Ordenes totales}}$$

Figura 23. Fórmula de índice de cumplimiento de planificación.  
Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

Es la proporción de órdenes que se acabaron en la fecha programada o con anterioridad, sobre el total de órdenes totales. Mide el grado de acierto de la planificación.

#### 3.2.2.2. Desviación media del tiempo planificado

Es el cociente de dividir la suma de horas de desviación sobre el tiempo planificado entre el nº total de órdenes de trabajo.

Desviación media sobre el momento de finalización. Cociente de dividir la suma del nº de horas en que se ha rebasado cada una de las órdenes sobre el momento estimado de finalización:

$$\text{Retraso medio} = \frac{\sum \text{Retrasos de cada Órden de Trabajo}}{\text{Nº de Órdenes de Trabajo}}$$

Figura 24. Fórmula de retraso medio.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.2.3. Tiempo medio de resolución de una O.T.

$$\text{Tiempo medio} = \frac{\text{Nº de O.T. resueltas}}{\text{Nº de horas dedicadas a mantenimiento}}$$

Figura 25. Fórmula de tiempo medio.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.2.4. Eficiencia en la cumplimentación de pedidos.

Proporción entre las peticiones de materiales a compras no atendidas con una antigüedad superior a 3 meses y el total de pedidos cursados a compras.

$$\text{Eficiencia de compras} = 100 - \frac{\text{Peticiones de materiales no atendidas en un plazo determinado}}{\text{Nº de pedidos cursados}} \cdot 100$$

Figura 26. Fórmula de eficiencia de compras.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.2.5. Índice de Mantenimiento Programado.

Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Programado sobre horas totales.

$$IMP = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento programado}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

Figura 27. Fórmula de IMP.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.2.6. Índice de Mantenimiento Correctivo.

Porcentaje de horas invertidas en realización de Mantenimiento Correctivo sobre horas totales.

$$IMC = \frac{\text{Horas dedicadas a mantenimiento correctivo}}{\text{Horas totales dedicadas a mantenimiento}}$$

Figura 28. Fórmula de IMC.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

Una variante de este indicador es el cálculo del IMC sobre número de órdenes de trabajo correctivas sobre el número total de órdenes de trabajo. El IMC es un indicador tremendamente útil cuando se está tratando de implementar un plan de mantenimiento preventivo en una planta en la que no existía tal plan; también es muy útil cuando se están implementando cambios en el departamento.

### 3.2.2.7. Índice de Emergencias.

Porcentaje de horas invertidas en realización de O.T. de prioridad máxima. La importancia de este indicador radica en que cuanto mayor sea el número de órdenes de trabajo de emergencia, peor es la gestión que se hace del mantenimiento. El caso extremo es el de plantas que no tienen implementado ningún plan de mantenimiento preventivo, en el que el mantenimiento se basa en 'crisis' (de ahí que a veces se denomine 'mantenimiento de crisis'). En ellas el índice es el 100%. Por extraño que pueda parecer son muchas las plantas en las que este índice alcanza su valor máximo.

Una variante más sencilla de este índice es realizar el cálculo no sobre horas invertidas en OT de prioridad máxima, sino en el número de OT de prioridad máxima sobre el

número de OT total. Aunque es más fácil de implementar y de calcular, evidentemente la información que aporta es menos concluyente.

$$IME = \frac{\text{Horas O.T. prioridad máxima}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

Figura 29. Fórmula de IME.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.3. Índices de formación.

#### 3.2.3.1. Proporción de horas dedicadas a formación.

Porcentaje de horas anuales dedicadas a formación, sobre el número de horas de trabajo total.

$$\% \text{ Horas de formación} = \frac{\text{Horas dedicadas a formación}}{\text{Horas totales de mantenimiento}}$$

Figura 30. Fórmula de horas de formación.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

#### 3.2.3.2. Proporción de desarrollo del programa.

Porcentaje de horas de formación realizadas, sobre el total de horas de formación programadas.

$$\% \text{ Desarrollo} = \frac{\text{Horas de formación realizadas}}{\text{Horas de formación programadas}}$$

Figura 31. Fórmula de proporción de desarrollo.

Fuente: Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.

### 3.2.4. Cálculo de indicadores FAS.

La Tabla 4 muestra los resultados del cálculo de indicadores en taller de estructuras de aviación, laboratorio de NDI y flota de aeronaves de la Fuerza Aérea Salvadoreña.

**Tabla 4. Cálculo de Indicadores FAS**

No.	Área/Indicador	Taller de estructuras	Laboratorio NDI	Aeronaves de la FAS
1	Disponibilidad	80%	90%	75%
2	Disponibilidad Total	75%	85%	70%
3	Disponibilidad por avería	65%	75%	60%
4	MTBF (tiempo medio entre fallos)	4.0	5.0	2.5
5	MTTR (Tiempo medio de reparación)	0.50	0.30	0.70
6	Disponibilidad por avería	87.5%	94%	72%
7	Índice de cumplimiento de la planificación	80%	90%	80%
8	Retraso medio	8%	6%	12%
9	Tiempo medio	1.10	0.90	2.2
10	Eficiencia de cumplimiento de pedidos	70%	85%	70%
11	IMP (Índice de mantenimiento programado)	40%	47%	60%
12	IMC (Índice de mantenimiento correctivo)	52%	45%	30%

No.	Área/Indicador	Taller de estructuras	Laboratorio NDI	Aeronaves de la FAS
13	IME (Índice de emergencias)	8%	8%	10%
14	%Horas de formación	15%	15%	15%
15	% Desarrollo	100%	100%	100%

Nota: Fuente: elaboración propia.

### **3.3. Selección del taller de estructuras de aviación y laboratorio de NDI.**

Como áreas piloto del mantenimiento autónomo en FAS, se seleccionaron estas áreas de forma estratégica, sin establecimiento de matrices de áreas de criticidad, ya que la FAS ha seleccionado previamente estas áreas de acuerdo a fines mercadológicos establecidos en conjunto con la AAC, para obtener una certificación RAC 145 de la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) a través de la AAC (Autoridad de Aviación Civil de El Salvador). Dichos servicios de estructuras y de NDI serán ofrecidos al mercado aeronáutico Civil local e internacional según el certificado tipo y habilitaciones que se concedan.

Todo lo anterior será ofrecido al público a través del FAE (Fondo de actividades especiales) de la Fuerza Aérea de El Salvador. Sin embargo, se considera que una mejora en cualquiera de las áreas del mantenimiento de la FAS traerá consigo un beneficio a toda la estructura de mantenimiento en cuanto a tiempos de entrega, mejor calidad y confiabilidad de los trabajos, equipos y aeronaves, reducción de tiempos de mantenimiento, motivación del personal entre otros beneficios.

### **3.4. Situación actual del mantenimiento.**

#### **3.4.1. Software de mantenimiento.**

La fuerza aérea salvadoreña cuenta con un software para el control y gestión del mantenimiento que está en proceso de implementación, en el se llevara cada uno de los mantenimientos a realizar y realizados en cada una de las aeronaves ya sea por su fase

correspondiente de mantenimiento o por la condición de la aeronave, también como novedad se han elaborado módulos para llevar el control y la gestión del mantenimiento en los equipos que son utilizados para el mantenimiento de las aeronaves.

De esta manera con la propuesta del manual se pretende que las rutinas de mantenimiento sean ingresadas al sistema para poder implementar en los talleres basadas en el mantenimiento autónomo de los equipos de cada área. SIGMAT (Sistema de gestión de mantenimiento) está dirigido a todos los talleres de mantenimiento de la FAS, donde podrán gestionar, planificación y control de manera fácil y online toda la actividad de mantenimiento de la institución, desde sus técnicos hasta el análisis de datos y gestión a través de diferentes reportes y análisis estadísticos que le servirán para la toma de decisiones a supervisores, jefes, comandantes y del jefe de la fuerza aérea salvadoreña. SIGMAT también posee enlace directo con el Software de Almacenes que permite la gestión en línea de los repuestos para el mantenimiento de aeronaves y equipos. El software ayuda a gestionar el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de aeronaves, equipos, maquinaria, instalaciones.



Figura 32. Pantalla principal de software de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.



Figura 33. Pantalla de NDI de software de mantenimiento.  
 Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.



Figura 34. Pantalla de inventario de equipos y herramientas de software de mantenimiento.  
 Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.



Figura 35. Pantalla de inventario de equipos y herramientas de software de mantenimiento.  
Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.



Figura 36. Pantalla de servicios de talleres del grupo de material de software de mantenimiento.  
Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.



Figura 37. Pantalla de servicios de taller de estructuras de software de mantenimiento.  
Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### **3.5. Situación del almacén de repuestos.**

#### **3.5.1. Software de Almacenes.**

Los almacenes de repuestos de la Fuerza Aerea Salvadoreña están basados en el tipo de inventario ABC, y es controlado y gestionado a través de un software de almacenes que está en línea con el software de mantenimiento y sus necesidades. En este punto de almacenes se recomienda al escalón superior tomar nota para mantener un stock de inventarios para el mantenimiento de los equipos existentes en los talleres, ya que se prioriza las aeronaves y los repuestos o insumos para los equipos se solicitan según la necesidad.

Estas rutinas de mantenimiento que se presentan en este trabajo de graduación servirán también para poder planear el requerimiento de insumos y repuestos de los equipos.



Figura 38. Pantalla de control de existencias, inventario y almacenamiento de software de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.



Figura 39. Pantalla de ingreso de equipo nuevo de software de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.



Figura 40. Pantalla de formato 1150 de software de mantenimiento.  
Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### Ventajas del uso del software.

- i. Mejora en la productividad laboral
- ii. Reducción de los niveles de inventario
- iii. Reducción de los costos de traslado de inventario
- iv. Reducción en los costos de equipamientos nuevos
- v. Incremento de la disponibilidad de aeronaves
- vi. Reducción de los costos materiales
- vii. Reducción de los costos de los procesos compras

### 3.5.2. Entrevista a personal de mantenimiento.

#### 3.5.2.1. Cuestionario escrito.

A continuación se muestra el formato del cuestionario escrito realizada a personal de mantenimiento de la FAS sobre su trabajo y condiciones de trabajo actuales.



Taller: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

El área de mantenimiento de la FAS está interesada en mejorar continuamente la calidad del mantenimiento ofrecido a las aeronaves y conservación de equipos necesarios para realizar dicho mantenimiento. Para esto solicita a usted que conteste la presente encuesta en forma objetiva, con el fin de conocer su accionar en el servicio bajo su cargo.

Indicaciones: por favor marque con una "X" en la casilla que corresponda a su respuesta y complete según su criterio.

- 1) Conoce y se siente identificado con la misión, visión y valores de la Fuerza Aérea Salvadoreña.  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
- 2) Tienen roles de limpieza, orden, organizar, disciplina y estandarización dentro del taller de mantenimiento.  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
- 3) ¿Conoce Usted el programa anual/mensual de mantenimiento preventivo?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
- 4) ¿Existen los medios para informar al supervisor y al aerotécnico el mantenimiento preventivo de un determinado equipo con la anticipación debida?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
  
- 5) ¿Es involucrado el aerotécnico y/o su jefe en las tareas de mantenimiento Preventivo y/o correctivo? (Por ejemplo: consulta sobre los problemas del equipo,

informa sobre trabajo realizado, da recomendaciones, etc.)

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 6) ¿Es satisfactorio el comportamiento del aerotécnico y/o supervisor durante las tareas de mantenimiento? (ejemplo: actitud para con el personal y/o sus compañeros de trabajo, etc.)

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 7) ¿Considera que las condiciones del equipo, después de realizado el trabajo, son por lo general satisfactorias? (Considerar funcionamiento, limpieza, etc.) Si su respuesta es negativa, explique el porqué.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 8) ¿Considera que la introducción del mantenimiento preventivo ha disminuido el número de fallas de los equipos? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Porque? \_\_\_\_\_

- 9) ¿En caso de falla de un equipo, el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que el equipo es atendido, es satisfactorio? Si la respuesta es negativa explique él porque

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 10) 8. ¿Considera que otros equipos aún no incluidos en el programa de mantenimiento preventivo deberían serlo? Si su respuesta es afirmativa, explique

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 11) ¿Considera que el mantenimiento dado por terceros (Mantenimiento Central, empresa privada) es satisfactorio? Si es posible, explique

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 12) ¿Considera que hay deficiencias en la operación de ciertos equipos que podrían ser superadas a través de capacitaciones? Si su respuesta es afirmativa, explique

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 13) ¿Existen en su trabajo problemas con respecto a la operación de equipos, que a su criterio podrían ser solucionados o mejorados por la intervención del Departamento de Mantenimiento? Si su respuesta es afirmativa, explique

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

- 14) ¿Se da educación con respecto a la operación de los equipos y sus riesgos?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Algunas veces \_\_\_\_\_

- 15) ¿Usted conoce que es mantenimiento autónomo?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

16) Realiza rutinas de limpieza en su máquina y/o equipo de trabajo?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_ Algunas veces \_\_\_\_\_

17) Posee una lista de actividades de mantenimiento a realizarle a su máquina/equipo por día, semanal, quincenal, mensual, anual, etc.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

18) ¿Usted cree que el mantenimiento dado a las aeronaves se puede mejorar?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

19) ¿Los repuestos e insumos necesarios para la limpieza y mantenimiento de su máquina o equipo de trabajo están disponibles cuando los necesita?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

20) Usted conoce o a escuchado que es TPM (Mantenimiento productivo total)

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Nota: Fuente elaboración propia, imágenes tomadas de [http://www.fas.gob.sv/fuerza\\_aerea.html](http://www.fas.gob.sv/fuerza_aerea.html).

### 3.5.2.2. Análisis de resultados.

El cuestionario fue dirigido a 35 aerotécnicos y 15 supervisores de las diferentes aéreas de mantenimiento. Los datos recolectados con el cuestionario se presentan a continuación.



Taller: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Responsable: \_\_\_\_\_

El área de mantenimiento de la FAS está interesada en mejorar continuamente la calidad del mantenimiento ofrecido a las aeronaves y conservación de equipos necesarios para realizar dicho mantenimiento. Para esto solicita a usted que conteste la presente

encuesta en forma objetiva, con el fin de conocer su accionar en el servicio bajo su cargo.

Indicaciones: por favor marque con una "X" en la casilla que corresponda a su respuesta y complete según su criterio.

- 1) Conoce y se siente identificado con la misión, visión y valores de la Fuerza Aérea Salvadoreña.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

<b>Efectivos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
------------------	-----------	-----------

Aerotécnicos	35	0
--------------	----	---

Supervisores	15	0
--------------	----	---

- 2) Tienen roles de limpieza, orden, organizar, disciplina y estandarización dentro del taller de mantenimiento.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

<b>Efectivos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
------------------	-----------	-----------

Aerotécnicos	15	20
--------------	----	----

Supervisores	10	5
--------------	----	---

- 3) ¿Conoce Usted el programa anual/mensual de mantenimiento preventivo?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

<b>Efectivos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
------------------	-----------	-----------

Aerotécnicos	18	17
--------------	----	----

Supervisores	9	6
--------------	---	---

- 4) ¿Existen los medios para informar al supervisor y al aerotécnico el mantenimiento preventivo de un determinado equipo con la anticipación debida?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos      Si   No**

Aerotécnicos   20   15

Supervisores   11   4

- 5) ¿Es involucrado el aerotécnico y/o su jefe en las tareas de mantenimiento Preventivo y/o correctivo? (Por ejemplo: consulta sobre los problemas del equipo, informa sobre trabajo realizado, da recomendaciones, etc.)

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos      Si   No**

Aerotécnicos   22   13

Supervisores   12   3

- 6) ¿Es satisfactorio el comportamiento del aerotécnico y/o supervisor durante las tareas de mantenimiento? (ejemplo: actitud para con el personal y/o sus compañeros de trabajo, etc.)

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos      Si   No**

Aerotécnicos   25   10

Supervisores   10   5

- 7) ¿Considera que las condiciones del equipo, después de realizado el trabajo, son por lo general satisfactorias? (Considerar funcionamiento, limpieza, etc.) Si su respuesta es negativa, explique el porqué.

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos      Si   No**

Aerotécnicos   28   7

Supervisores 12 3

8) ¿Considera que la introducción del mantenimiento preventivo ha disminuido el número de fallas de los equipos? Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

¿Porque? \_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 29 6

Supervisores 13 2

9) ¿En caso de falla de un equipo, el tiempo de respuesta, es decir el tiempo que transcurre desde que se comunica la falla hasta que el equipo es atendido, es satisfactorio? Si la respuesta es negativa explique él porque

Si \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 10 25

Supervisores 9 6

10) ¿Considera que otros equipos aún no incluidos en el programa de mantenimiento preventivo deberían serlo? Si su respuesta es afirmativa, explique

Si \_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 30 5

Supervisores 13 2

11) ¿Considera que el mantenimiento dado por terceros (Mantenimiento Central, empresa privada) es satisfactorio? Si es posible, explique

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 32 3

Supervisores 10 5

- 12) ¿Considera que hay deficiencias en la operación de ciertos equipos que podrían ser superadas a través de capacitaciones? Si su respuesta es afirmativa, explique  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 35 0

Supervisores 15 0

- 13) ¿Existen en su trabajo problemas con respecto a la operación de equipos, que a su criterio podrían ser solucionados o mejorados por la intervención del Departamento de Mantenimiento? Si su respuesta es afirmativa, explique  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 32 3

Supervisores 12 3

- 14) ¿Se da educación con respecto a la operación de los equipos y sus riesgos?  
Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 31 4

Supervisores 12 3

- 15) ¿Usted conoce que es mantenimiento autónomo?  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 10 25

Supervisores 5 10

16) Realiza rutinas de limpieza en su máquina y/o equipo de trabajo?

Si\_\_\_\_\_No\_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 15 20

Supervisores 7 8

17) Posee una lista de actividades de mantenimiento a realizarle a su máquina/equipo por día, semanal, quincenal, mensual, anual, etc.

Si\_\_\_\_\_No\_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 13 22

Supervisores 6 9

18) ¿Usted cree que el mantenimiento dado a las aeronaves se puede mejorar?

Si\_\_\_\_\_No\_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 35 0

Supervisores 15 0

19) ¿Los repuestos e insumos necesarios para la limpieza y mantenimiento de su máquina o equipo de trabajo están disponibles cuando los necesita?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

**Efectivos Si No**

Aerotécnicos 8 27

Supervisores	9	6
20) Usted conoce o a escuchado que es TPM (Mantenimiento productivo total)		
Si	_____	No
	_____	
<b>Efectivos</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
Aerotécnicos	25	10
Supervisores	11	4

Nota: Fuente elaboración propia, imágenes tomadas de [http://www.fas.gob.sv/fuerza\\_aerea.html](http://www.fas.gob.sv/fuerza_aerea.html).

La interpretación y conclusión del análisis de los datos recolectados se presenta en el Anexo 1.

### 3.6. El proceso de mantenimiento en FAS.

El proceso de mantenimiento consta de 6 etapas, como se muestra en la Figura 41.

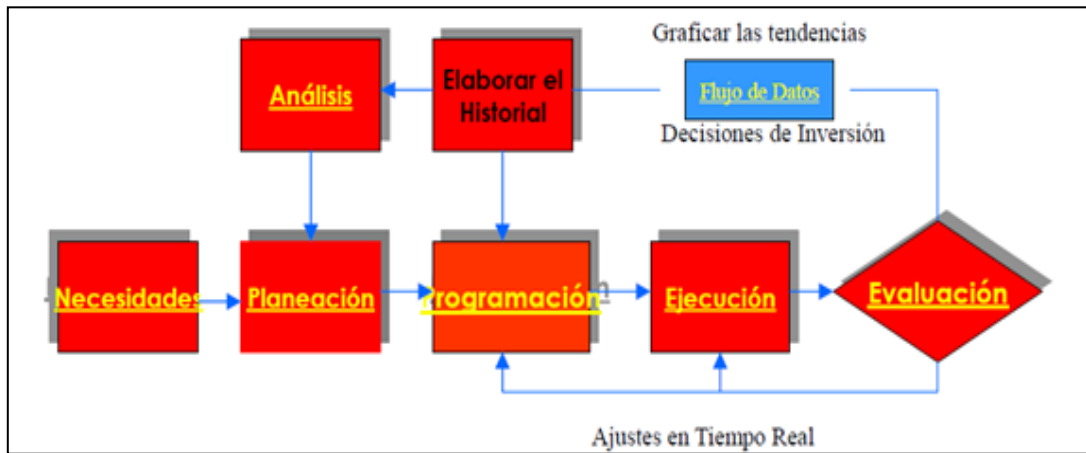


Figura 41. Las etapas del proceso de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

#### a) Necesidades.

Las necesidades de mantenimiento son reportadas a control de mantenimiento por los pilotos de vuelo y pilotos de prueba, así como por el personal de mantenimiento, existen necesidades de mantenimiento programadas y no programadas, inspecciones de fase,

por horas de vuelo, fechas calendario, etc., todas son administradas por control de mantenimiento y este a su vez se apoya del software de mantenimiento de la FAS para su asignación.



Figura 42. Pantalla de Ordenes de trabajo de software de mantenimiento Software de mantenimiento de la FAS.

Fuente: FAS.

## b) Planeación.

Planeación operativa a través de órdenes de trabajo. Es el área de control de mantenimiento con la ayuda de su personal de planeación y la herramienta del software de mantenimiento quien emite las ordenes de trabajo con las asignaciones para cada taller de mantenimiento y planeando los diferentes tipos de mantenimiento a realizar. Las áreas involucradas se ilustran en la Figura 43, 44 y 45.

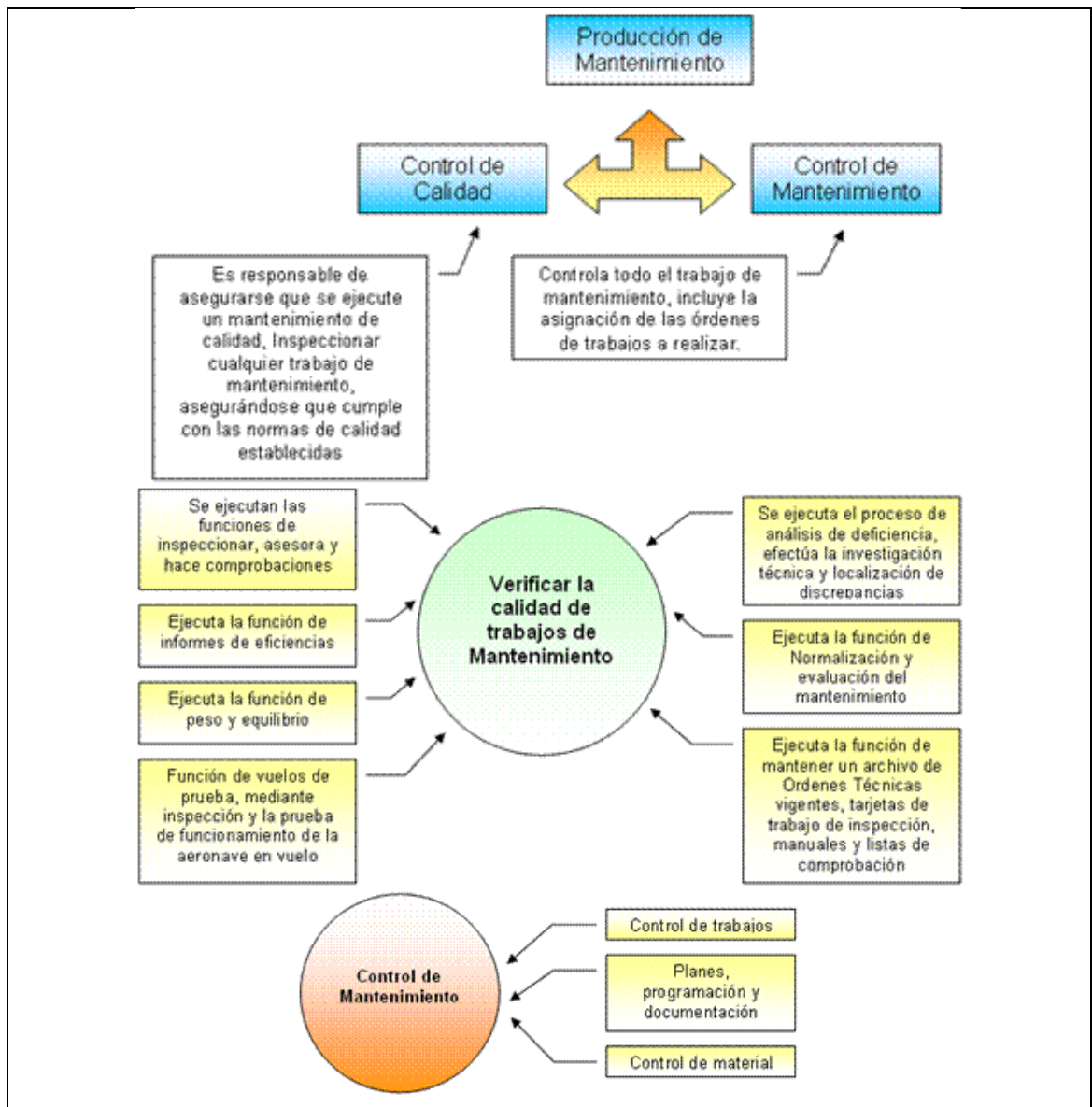


Figura 43. Sistema de calidad y control de mantenimiento.  
Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### c) Programación.

La programación del mantenimiento la realiza el área de control de mantenimiento a través de su personal de programación con la herramienta del software de mantenimiento de la FAS.

De acuerdo a la clasificación de la importancia de las aeronaves y equipos, las metas en el cumplimiento del programa de mantenimiento deberán ser:

- a) Equipos de importancia crítica, 95% de cumplimiento de MP
- b) Equipos de importancia semi crítico, 80% de cumplimiento de MP
- c) Equipos de importancia no critica, 60% de cumplimiento de MP

Cuando un coordinador/piloto//supervisor o técnico de mantenimiento detecte problemas en una aeronave o máquina que pongan en riesgo la seguridad de la tripulación, la continuidad de la operación o la calidad de la aeronave o equipo ésta deberá ser detenida informando previamente al respectivo supervisor del área para que lo autorice.

El planificador/administrador del plan, Coordinador /Facilitador de Mantenimiento deben revisar el historial de mantenimiento de la aeronave o equipo para poder detectar aspectos importantes, a tomar en cuenta para la planificación.

#### **d) Ejecución.**

Los mantenimientos son realizados en las aeronaves y equipos en los talleres según las especialidades y personal capacitado que le sea asignado por control de mantenimiento, según sea la orden de trabajo emitida. La evaluación es realizada por el área de control de calidad, quien es a través de su inspector asignado quien da el visto bueno del mantenimiento realizado y quien puede poner en línea de vuelo a la aeronave y/o condición operativa el equipo.

Toda ejecución y evaluación de mantenimiento genera un ciclo de mejora continua para el mejoramiento de las actividades de mantenimiento de la FAS. Las etapas son:

- 1) Las ordenes de trabajo contempladas en el plan maestro de mantenimiento preventivo, serán creadas la última semana de cada mes para el mes que está por comenzar, esto será hecho por el planificador de mantenimiento / administrador del plan de mantenimiento y entregadas a cada taller para que se coordine su realización a través de los jefes / facilitadores / supervisores / coordinadores de mantenimiento quienes una vez ejecutada la orden,

devolverá ésta con toda la información completa y su firma de aceptación (como evidencia de revisión y que el trabajo efectuado fue aprobado) al planificador / administrador del plan (Control de mantenimiento). La información deberá ser ingresada al sistema de control del mantenimiento con lo cual se procede al cierre de la misma, ninguna orden será cerrada de no estar completa la información.

- 2) Los trabajos que se ejecuten por requerimientos de mantenimiento correctivo se les deben crear una orden de trabajo, en este caso es responsabilidad de los jefes / facilitadores / coordinadores de mantenimiento la elaboración de la orden y del planificador / administrador del plan proporcionar el número correlativo de la misma.
- 3) Una vez ejecutada la orden, el planificador / administrador del plan ingresa la información al sistema de control, la tarea de mantenimiento correctivo obliga actualizar la fecha programada contemplada para el equipo en cuestión en el plan maestro de mantenimiento preventivo, el planificador / administrador del plan deberá ejecutar esta corrección en forma inmediata.
- 4) Las tareas de mantenimiento Predictivo deberán estar contempladas en el plan maestro de mantenimiento preventivo debidamente identificadas a fin que la creación de la orden de trabajo sea función del planificador / administrador del plan e identificada como tal.
- 5) Los pilotos de aeronaves y/o técnicos operador de equipo son responsables de ejecutar las labores periódicas de control de nivel y relleno de aceite, así como las tareas de engrase periódico, para control de la ejecución de esta tarea deberán llenar los formatos diseñados para dicho fin.
- 6) Los cambios de aceite de las aeronaves y equipos, deben ser considerados en el plan maestro de mantenimiento y serán ejecutados por el personal de mantenimiento que reportarán la acción en su debido formato.

- 7) La comprobación del cumplimiento del plan de lubricación correrá a cargo de control de calidad por medio de rutas de inspección y revisión de los formatos de ejecución de los responsables definidos anteriormente.
- 8) Los productos que se utilizaran para el desarrollo del plan de lubricación, deben ser aprobados por el comandante del área de mantenimiento y control de calidad y en caso de sustituciones es obligación del solicitante la actualización del estudio de lubricación. Para garantía de la actualización debe remitirse al comandante de mantenimiento y control de calidad el cambio realizado.
- 9) De igual forma, los productos químicos utilizados en general en el mantenimiento deberán ser los aprobados por control de calidad y la comandancia de mantenimiento según evaluaciones hechas previamente.
- 10) Todas las actividades de mantenimiento deben de ser registradas en sus formatos correspondientes.
- 11) Para la ejecución de las actividades de Calibración deberá utilizarse las herramientas de calibración disponibles en la bodega correspondiente.
- 12) En caso que algún instrumento de medición en campo muestre estar fuera de rango de calibración y este no permita ser ajustado en la FAS, deberá ser identificado como un "equipo fuera de especificación de calibración" y no podrá ser utilizado en el proceso. Dicho instrumento deberá ser enviado al fabricante o entidad autorizada para su correspondiente calibración. Durante el periodo en que este fuera, deberá utilizarse otro equipo de medición equivalente o un método alternativo para determinar la magnitud de la variable de proceso.
- 13) El personal de operación de las aeronaves y equipos de la FAS, deberán participar activamente de los trabajos programados de mantenimiento preventivo dentro de su jornada de trabajo, con el objetivo que logre desarrollar habilidades para realizar trabajos de mantenimiento y un mejor conocimiento técnico sobre las aeronaves y equipos.

- 14) Antes de proceder con las reparaciones se deben revisar los registros de garantía de las aeronaves y equipos.

**e) Evaluación.**

Los resultados generados por el sistema de mantenimiento son generados a través de reportes y gráficos estadísticos, que permiten el poder analizar y evaluar el comportamiento de cada aeronave y equipo para poder considerar su costo global y su vida útil. La Figura 44 muestra el reporte de gestión de mantenimiento.

También poder medir el desempeño de cada taller y el personal involucrado en el mantenimiento de cada aeronave o equipo de la FAS. Para este análisis y control de mantenimiento se tiene como herramienta el software de mantenimiento de la FAS. Se tomará en cuenta los siguientes puntos:

- 1) Cada aeronave y equipo debe mantener historia de ejecución de tareas clasificadas como MP, MC y MPD, la historia debe reflejar todo tipo de trabajo realizado en el equipo de forma confiable ya que será la base para:
  - a) Evaluar a través del tiempo el rendimiento de los equipos
  - b) Detectar fallas repetitivas
  - c) Determinar los costos parciales y acumulados de mano de obra, repuestos y materiales de mantenimiento y trabajos realizados con terceros con el objeto que sean comparados con el costo de recambio
  - d) Determinar la efectividad o retorno sobre la inversión de los programas de MP.
- 2) Se deberán identificar ordenes de mantenimiento que a criterio del planificador / administrador del plan y/o Facilitador / Coordinador / Supervisor de mantenimiento requieran un análisis causa - efecto y deberán ser pasadas para su respectivo análisis.
- 3) Después de hacer un análisis causa - efecto se deberá hacer un plan de acción para su corrección.

REPORTE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO										INTERVALO		HORAS		FECHA REPORT	
										4344		M-11			
# instalaciones	Operación 24 horas día	# items	Eventos de falla	Eventos de mantenimiento	Clases de equipos	Tempo de Sobrevivencia	Tempo operación	Eventos de mantenimiento Correctivo	Periódico						
1		653	98	399	32	2,896	2,819,403	109	590						
Clases de equipos	Numero de Unidades	Intervalo horas	Tiempo Operación horas	No fallas	Severidad				Tiempo Calendario		Mantenimiento correctivo			Disponibilidad	
					C	D	I	U	Rata fallas	MTBF (Hrs)	No eventos	HH Prom	MTTR Prom		
AGITADOR	7	4344	30,348	5			5		1.64E-04	6,082	6	3	3	99.80%	
BCMBA CENTRÍFUGA	28	4344	121,484	3	1		2		2.47E-05	40,544	3	32	16	99.88%	
BCMBA HIDRAULICA	2	4344	8,682											99.93%	
BCMBA INYECCIÓN	24	4344	104,184	12			12		1.15E-04	8,688	12	1	1	99.93%	
BCMBA PIÑÓN	7	4344	30,377	1	1				3.29E-05	30,408	1	10	5	99.90%	
COMPRESOR PISTÓN	4	4344	17,220	6	2	3	1		3.45E-04	2,896	8	12	6	99.10%	
CONTROLADOR	9	4344	39,096	3			3		7.67E-05	13,032	3	0.5	0.5	100.00%	
ENFRIADOR	3	4344	13,029	1			1		7.67E-05	13,032	1	6	3	99.98%	
ESTRUCTURA	4	4344	17,376											100.00%	
GENERADOR	2	4344	8,672											99.82%	
MOTOR ELECTRICO	94	4344	407,556	24	3	5	16		5.88E-05	17,014	24	16	8	99.81%	
MOTOR HIDRÁULICO	2	4344	8,688											100.00%	
MOTOR COMB. INTERNA	2	4344	364	1	1				1.15E-04	8,688	2	4	2	99.84%	
PLC	5	4344	21,710											99.95%	
SECADOR	5	4344	21,705											99.93%	
SWITCH	93	4344	403,881	18			18		4.46E-05	22,444	25	1	1	99.97%	
TANQUE	15	4344	195,180	1			1		5.12E-06	195,180	1	3	3	100.00%	
TOTALIZADOR	2	4344	8,688											100.00%	
TRANSFORMADOR	11	4344	47,745	3			3		6.20E-05	15,920	3	2	2	99.92%	
TRANSMISOR	61	4344	264,921	6	1		5		2.26E-05	44,164	6	2	2	99.98%	
TURBINA	2	4344	8,672											99.82%	
VALVULA CONTROL	26	4344	112,892	3			3		2.66E-05	37,648	3	2	2	99.95%	
VALVULA MANUAL	63	4344	273,672											100.00%	
VALVULA MOTORIZADA	4	4344	17,369	1	1				5.76E-05	17,376	1	3	3	99.96%	
VALVULA SEGURIDAD	22	4344	95,535											99.91%	
VENTILADOR	10	4344	43,410	5			2	3	1.15E-04	8,688	5	6	3	99.93%	
TOTAL	653	4344	2,819,403	98	10	10	78	0	9.67E-05		109	117	67.5		

Figura 44. Reporte de Gestión de Mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### f) Elaborar el Historial y Análisis

El Historial se realiza a través del ingreso de los datos de mantenimiento de cada aeronave y equipos al software de mantenimiento, es el quien procesa la información y genera los diferentes reportes requeridos y su análisis es importante para la FAS, en él se

analiza cada aeronave y equipo para sus diferentes mantenimientos efectuados a lo largo de su vida, sus costos de mantenimiento y su posible reemplazo.

Para este análisis lo realiza control de mantenimiento a través de la ayuda del software de mantenimiento y sus reportes son entregados como herramienta estratégica al escalón superior en apoyo a la toma de decisiones.

### 3.7. Flujo conceptual de mantenimiento.

El flujo conceptual de mantenimiento de la FAS se ilustra en la Figura 45.



Figura 45. Flujo conceptual de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

Las etapas del flujo se describen a continuación.

#### a) Plan General de Mantenimiento

En el Plan de mantenimiento se establecen las actividades de mantenimiento necesarias para cada aeronave y/o equipo y las frecuencias óptimas de mantenimiento, así como detectar puntos críticos en el equipo o trabajos repetitivos. Se establece fechas estimadas de la ejecución para cada actividad de mantenimiento, los requerimientos necesarios para

desarrollar actividades de mantenimiento, se realiza una mejor planeación de los materiales y repuestos para lograr una mejor rotación de los inventarios. Dentro de los objetivos que se perciben están:

1. Hacer una mejor planeación para cargas de trabajo entre mantenimiento y producción
2. Reducir tiempos muertos por falla de equipo (minimización de mantenimiento correctivo).
3. Identificar necesidades tecnológicas y recursos que permitan ser más eficientes.
4. Dentro de los factores críticos del éxito se mencionan:
5. Definir cuáles serán las necesidades de materiales, repuestos y personal para cada actividad de mantenimiento en plan.
6. Conocer los estándares de tiempo necesarios para realizar cada actividad
7. Contar con información y manuales de los equipos.
8. Hacer uso adecuado del sistema

**b) Planeación y programación de la ejecución de las órdenes de mantenimiento.**

Dentro de sus objetivos están:

1. Verificar que se cuenta con todo lo necesario para efectuar el mantenimiento.
2. Coordinar con planificación de aeronaves a ser utilizadas según el plan de la FAES, para la mejor asignación de los tiempos de mantenimiento con las ordenes de trabajo.
3. Visibilidad del programa a todos los niveles
4. Planificar la solución de problemas por mantenimiento correctivo en trabajos de importancia.

Los Factores críticos de éxito están:

1. Modificaciones mínimas de plan original
2. Disposición de equipo para ejecutar el programa
3. Contar con repuestos y materiales previamente establecidos.
4. Disposición de aeronaves para proporcionar los equipos, en las fechas establecidas en el plan general.

Se deberán los siguientes puntos:

1. El Plan Maestro de mantenimiento preventivo se realiza a partir del inventario e identificación de aeronaves y equipos y la elaboración de su registro padrón. (Catálogo de aeronaves, componentes y equipos).
2. El Catalogo de aeronaves, componentes y equipos, consiste en desglosar los equipos en sus diferentes componentes funcionales y definir las actividades o tareas de mantenimiento programadas (de acuerdo a las definiciones previas) para los equipos y componentes, indicando para cada uno de ellos la frecuencia de ejecución (sobre la base de tiempo calendario u horas de operación), y los repuestos genéricos y específicos necesarios para la actividad o tarea.
3. El objetivo es brindar una atención oportuna planeada y programada de tal forma que se optimicen los costos de mano de obra, materiales y repuestos, así como de los servicios de terceros.
4. El plan maestro de mantenimiento debe recolectar las actividades recomendadas por el fabricante, así como la experiencia del personal de mantenimiento.
5. Como punto de partida se establece para las tareas de mantenimiento listadas en las definiciones, los siguientes periodos de ejecución mínimos:
  - a. Revisiones: actividades de observación o monitoreo efectuada por los pilotos y/o técnicos de aeronaves/equipos/maquinas que se efectuarán en períodos cortos, por ejemplo, por turno, diaria, semanal, etc.
  - b. Inspecciones: toda aeronave, máquina y/o equipo listado en el inventario e identificación de equipos debe ser inspeccionado con una frecuencia no mayor a dos meses.
  - c. Verificaciones (Check list): Dado el objetivo de la misma deberá hacerse en todas las aeronaves, máquinas y equipos, antes del inicio de su operación formal, esta actividad deberá realizarse una vez por semana y en el caso de las aeronaves, siempre que sea utilizada.

- d. Limpieza de los equipos: La frecuencia depende del tipo de equipo y del proceso, pudiendo ser diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral o anual.
  - e. Calibraciones: La frecuencia dependerá del nivel de importancia del elemento y de la experiencia, pero éste no debe ser mayor a un año.
  - f. Reparación o reemplazo programado de partes sujetas a desgaste: De acuerdo a lo normado en este plan, la frecuencia de la actividad puede ser modificada al momento de la revisión anual del plan maestro de mantenimiento preventivo, no se aceptará modificaciones fuera de lo descrito anteriormente.
  - g. Reparación o reemplazo de un componente después de un periodo “t” de tiempo de operación: aplica lo mismo que el punto anterior.
  - h. Overhaull: Como frecuencia máxima para esta actividad se establecen dos años o según el número de horas de vuelo y/o condición para las partes componentes de las aeronaves.
  - i. Lubricación: De acuerdo a lo establecido en el plan de lubricación.
6. El plan maestro de mantenimiento se revisará en forma anual y se le harán las correcciones necesarias en los meses de enero y febrero para que al inicio del año fiscal se disponga de una versión depurada.
7. Es responsabilidad de supervisores y comandante de mantenimiento y suministros realizar el ejercicio de revisión y correcciones anuales al plan maestro de mantenimiento, en este proceso de revisión deberá involucrarse al personal técnico de mantenimiento.
8. Todos los planes de mantenimiento revisados deberán ser aprobados por el Jefe de la Fuerza Aérea.
9. En el plan general se deberá establecer las estrategias de mantenimiento que recibirá cada equipo y estas deberán estar acordes a las recomendaciones del proveedor y experiencia de los técnicos de mantenimiento.
10. Los supervisores, pilotos de prueba, usuarios de aeronaves, máquinas y equipos deberán definir los equipos críticos de sus áreas, sobre la base del criterio siguiente:

- a. Importancia crítica 1: El equipo no debe fallar, cualquier falla causaría accidente y esto ocasionaría una gran pérdida humana y económica. Una falla de este equipo ocasionaría daños corporales a los empleados u ocasionaría importantes daños ambientales (aceite, productos químicos, comunidades, etc.)
- b. Importancia crítica 2: El equipo no debería fallar, es un equipo importante, pero una avería no tendría un fuerte impacto en el taller (equipo redundante).
- c. Importancia crítica 3: Todo el resto de equipos.

11. Una vez identificados los repuestos requeridos para las tareas de mantenimiento en el PMP, el planificador/administrador del plan deben generar la información a bodega/almacén de las necesidades de partes, y materiales que se han considerado para el cumplimiento de la tarea.

12. La asignación de servicios a terceros a través de las ordenes de mantenimiento precederán de un procedimiento de evaluación y selección del proveedor por parte de mantenimiento.

### **c) Ejecución (Desarrollo de las actividades de mantenimiento).**

Los objetivos de esta etapa son:

- 1) Mantener las aeronaves y equipo de la FAS en plenas condiciones de trabajo.
- 2) Hacer las reparaciones en el menor tiempo posible y con la mayor calidad posible.
- 3) Evitar que se dañen partes prematuramente.
- 4) Informar de problemas adicionales encontrados en las aeronaves y equipos.
- 5) Verificar el buen funcionamiento de las aeronaves y equipos.
- 6) Informar de forma oportuna la terminación del trabajo.

Los factores críticos de éxito.

- 1) Que los repuestos y materiales obtenidos sean los adecuados para realizar la actividad.
- 2) Recursos humanos capacitados para ejecutar las actividades

- 3) Tener la información técnica necesaria para realizar el trabajo.
- 4) Disponibilidad del supervisor y técnico de la FAS.
- 5) Catalogación de fallas en base a histórico

**d) Control de mantenimiento**

Los objetivos de esta etapa son:

- 1) Obtener información detallada del trabajo realizado para historial de reparaciones
- 2) Distribuir de forma correcta los costos de mantenimiento
- 3) Devolución a bodega de partes no utilizadas
- 4) Dar información al sistema de la conclusión de los trabajos de la orden de mantenimiento
- 5) Actualización de lista de las tareas de las actividades
- 6) Análisis de problemas de mantenimiento.
- 7) Análisis de la ejecución del plan de mantenimiento.

Factores críticos de éxito:

- 1) Entrega del reporte de mantenimiento por la persona de mantenimiento
- 2) Introducir información de los trabajos realizados al sistema
- 3) Liquidación de ordenes

**e) Abastecimiento.**

El proceso de abastecimiento se realiza a través de los almacenes de la FAS, se tiene un software de abastecimiento para apoyar la gestión del sistema logístico de los repuestos e insumos hacia el área de mantenimiento.

**f) Capacitación.**

El proceso de capacitación del personal de mantenimiento es continuo, la capacitaciones se realizan en el Centro de Instrucción Aeronáutico de la FAS, y en la UDB, se lleva un historial de la formación técnica y teórica de cada técnico, de los cursos iniciales y recurrentes que necesita. Las capacitaciones se realizan por temática cada 2 años un recurrente y/o cuando se necesario, según disposiciones del escalón superior o de las

regulaciones que apliquen. La gestión es apoyada a través del módulo de personal del software de mantenimiento aeronáutico de la FAS.

### 3.8. Proceso funcional de mantenimiento de forma sistemática.

La Figura 46 presenta el proceso funcional de mantenimiento, que está conformado por 3 procesos que están conformados por subprocesos. A continuación se ilustra.

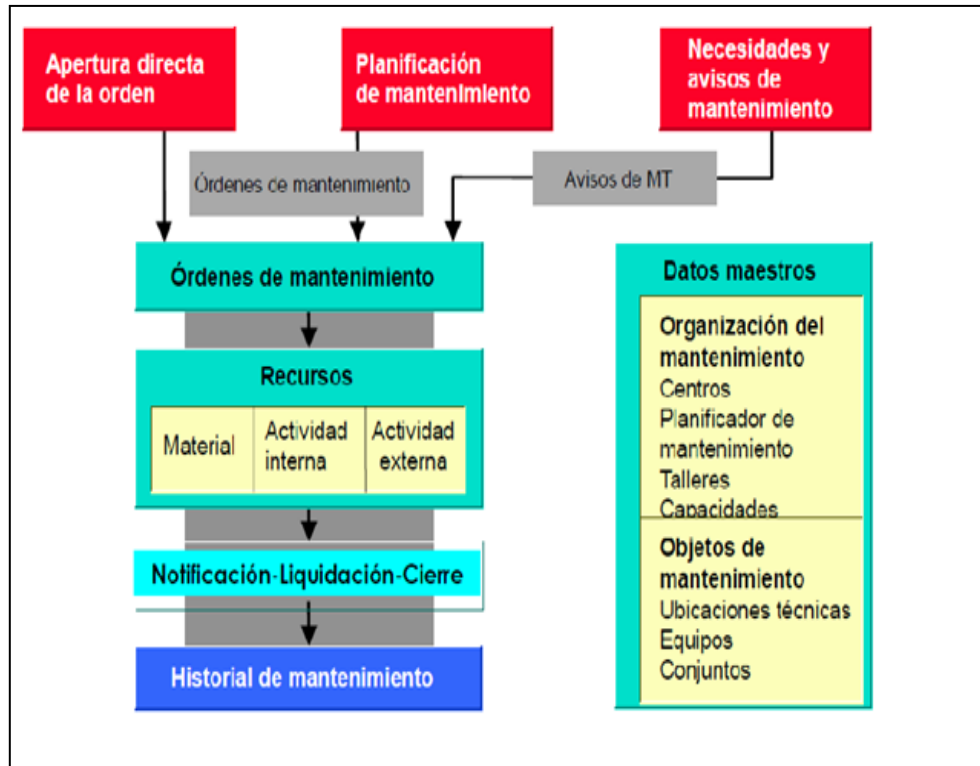


Figura 46. Proceso funcional de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

Los datos que se requieren por cada proceso se pueden observar en la Figura 47.

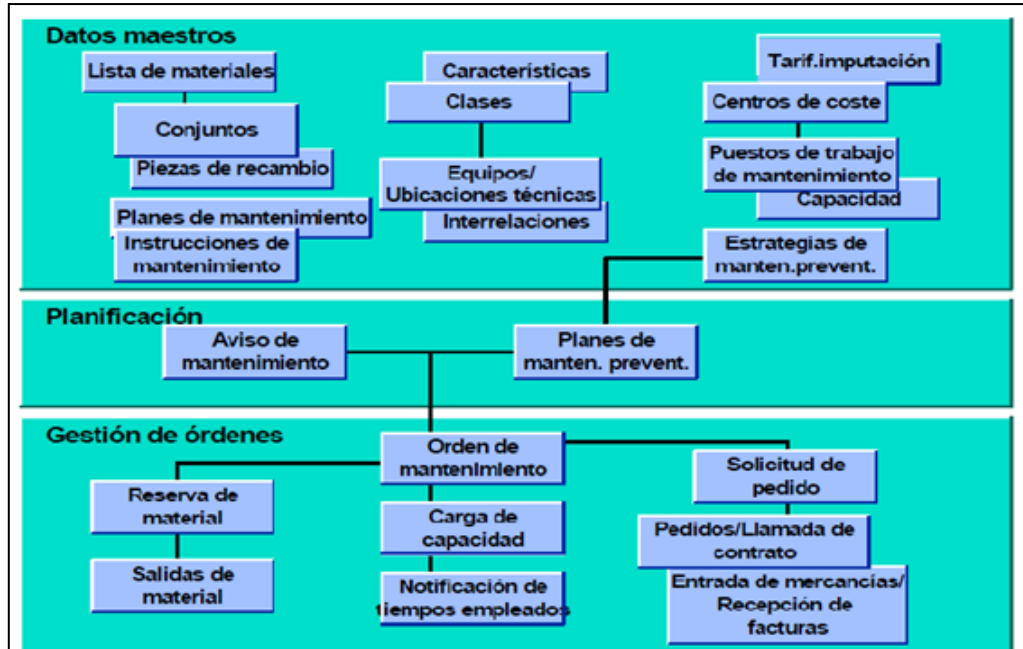


Figura 47. Datos maestros de procesos.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

Los pasos esenciales de la gestión de mantenimiento, se muestran en la Figura 48.

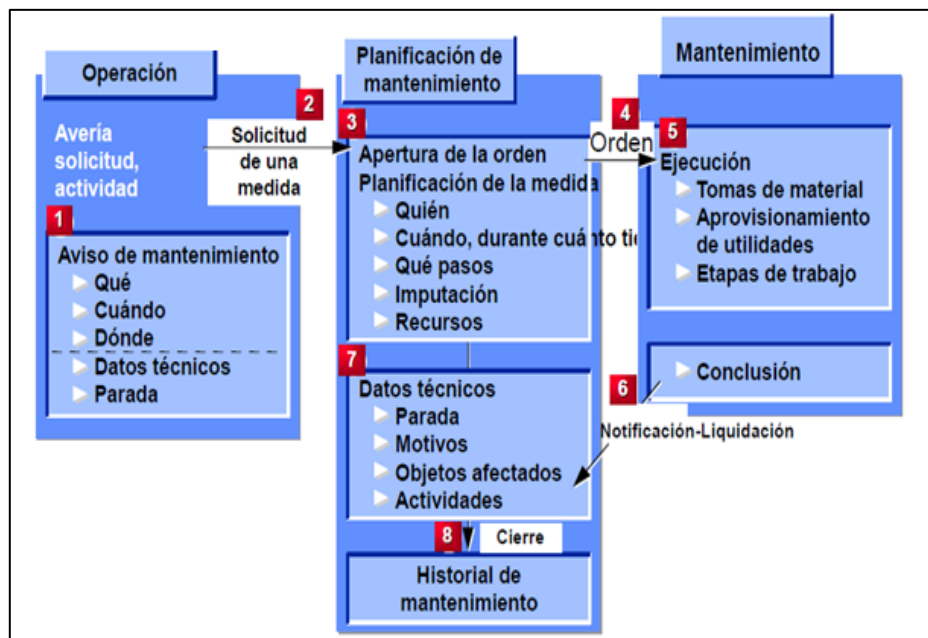


Figura 48. Pasos de la gestión de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

Los pasos del proceso funcional de la orden de mantenimiento se ilustran en la Figura 49.

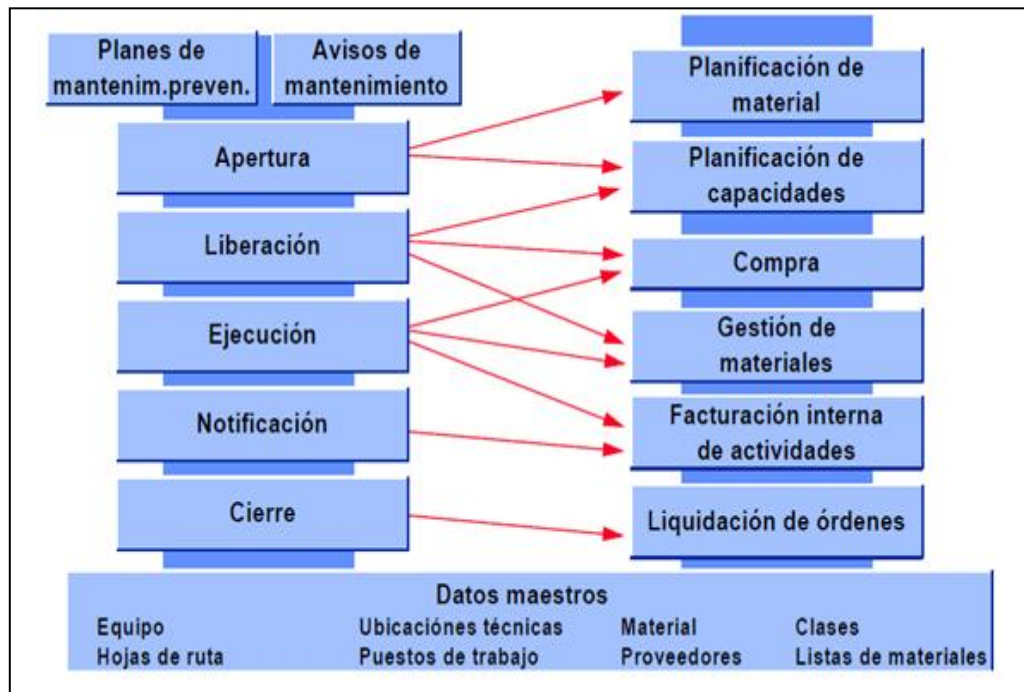


Figura 49. Pasos del proceso de la orden de mantenimiento.

Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### 3.9. Concepto de Codificación, Ubicaciones Técnicas y Equipos en la FAS.

#### Codificación.

La codificación significa en grandes rasgos dar a las máquinas y equipos una dirección donde ubicarlas y un nombre con el cual identificarlas. Permitiendo tener un control y conocimiento sobre información técnica, centros de costo, características generales, etc. De cada una de las máquinas, equipos y componentes emplazados en la institución.

#### Ubicación Técnica.

Este concepto va directamente relacionado al proceso de planificación del mantenimiento, pero la utilidad que presta el contar con ubicaciones técnicas de las máquinas y los equipos se extiende a toda la institución. La Ubicación Técnica es la dirección de la máquina (equipo) o donde está emplazada. La Figura 50 ilustra la codificación.

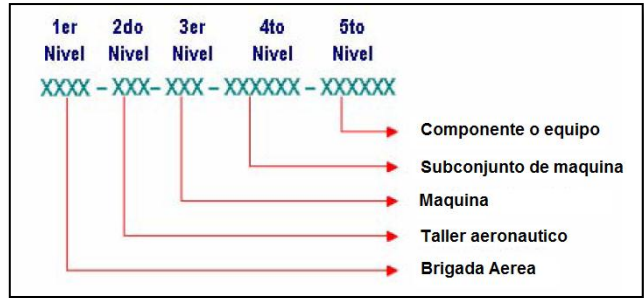


Figura 50. Codificación de ubicación técnica de equipos.  
 Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### 3.10. Gestión Global del mantenimiento.

La Figura 51, se muestran los componentes de la gestión global de mantenimiento de la FAS, basada en el software de mantenimiento, como se observa cada componente está relacionado al software.



Figura 51. Componentes de la gestión global de mantenimiento.  
 Fuente: Manual de Procedimientos logísticos para el abastecimiento y mantenimiento aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico.

### 3.11. Rutinas de mantenimiento para modelo de avión.

Las Figuras 52 y 53 ilustran un ejemplo de rutinas de mantenimiento por fases por horas y meses según el fabricante para un modelo de avión de fuerza aérea salvadoreña.

<b>100 Horas</b>
Inspección a Sistema de Protección de Hielo, ambas Hélices.
Lavado de Compresores, ambos motores.
Inspección por error en los tacómetros del avión
<b>200 Horas</b>
Inspección Fase (1 y 2)
Lubricación de 200Hrs
Inspección menor Tabla 601, ambos motores.
Inspección a Tubería, Alambrado, Varillaje de Control y Mangueras, ambos motores.
Inspección y Limpieza a Malla Interna de la Bomba de Barrido de Aceite (AGB), ambos motores-
Inspección a Sistema de Ignición y Bujías, ambos motores (200Hrs)
<b>400 Horas</b>
Inspección Fase 3 y 4
Lubricación 400Hrs
Reemplazo de Filtro Evaporador de Aire.
<b>600 Horas</b>
Inspección a "Bridge Chip Detector", Ambos Motores.
Inspección y Limpieza a Malla de Interna del Sistema de Combustible "Inlet Screen", Ambos Motores.
Reemplazo de Filtro de Salida de la bomba de Combustible, Ambos Motores.
Inspección y Limpieza de Válvulas de Purga "Bleed", Ambos Motores.
<b>800 Horas</b>
Lubricación de 800Hrs
Reemplazo de Filtro de Instrumentos
Reemplazo de Filtro de Control de Presurización
<b>1000 Horas</b>
Inspección a Carbones de Motor de Aire Acondicionado.
Overhaul al Cambio Marcha Generadora LH & RH
Inspección a AGB Malla Interna Bomba de Barrido de Aceite Ambos Motores Tabla 601.
Reemplazo Filtro de Aceite Ambos Motores.
Inspección a Carbones de Motor de Aire Acondicionado.
Overhaul al Cambio Marcha Generadora LH & RH
Inspección a AGB Malla Interna Bomba de Barrido de Aceite Ambos Motores Tabla 601
Reemplazo Filtro de Aceite Ambos Motores.

Figura 52. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por horas.  
Fuente: Manual de Mantenimiento de aviones, FAS.

<b>12 Meses</b>
Lubricación y Verificación de Torque de pernos de Empotre, Ambas Semialas
Inspección por Corrosión y Roturas a Viga Principal Superior e Inferior "Spar Caps", Ambas Semialas.
Inspección al Sistema de Alerta de Altitud de Cabina
Inspección y Prueba de Capacidad a Batería Principal
<b>24 Meses</b>
Inspección y prueba sistema Pitot estático, #1 y #2, "FAR 91.411" (24M)
Inspección y prueba a ADC #1, #2, "FAR 91.411"
Inspección, prueba a equipo ATC Transponder "FAR 91.413"
Inspección y prueba al sistema ELT "FAR 91.207"
Prueba operacional a la batería y equipo ULB del CVR
Inspección de acuerdo con requerimientos RVSM STC #ST01278SE
<b>36 Meses</b>
Peso y Balance FAR 135 y DGAC
Prueba hidrostática a cilindro de oxígeno y regulador
<b>48 Meses</b>
Inspección Inicial al Panel Electroluminiscente
Reemplazo de la batería principal.
Reemplazo de "o-ring" válvula control de oxígeno a pasajeros.
<b>60 Meses</b>
Inspección visual y con líquidos penetrantes por roturas, corrosión y daño mecánico a puntos de sujeción y superficies superior delantera e inferior y superior trasera
Inspección al panel superior e inferior larguero principal ambas semialas
Inspección por corrosión a puntos de sujeción parte inferior delantera ambas semialas.
Inspección visual y con líquidos penetrantes por roturas y daños mecánicos a puntos de sujeción en pernos superior delantero y superior e inferior trasero, ambos lados-
Inspección a larguero principal superior e inferior "spar caps" ambas semialas
Prueba hidrostática a botella y regulador de oxígeno
Reemplazo de manguera del sistema de frenos
Reemplazo de mangueras de líquidos flamables ambos motores
Reemplazo pernos inferiores delanteros de empotre, ala ambos lados
Reemplazo de la batería ELT (406 Mhz ELT)
<b>72 Meses</b>
Inspección por NDT
Inspección por NDT
Inspección por Líquidos Penetrantes o Eddy Current a masas de tren de nariz.
Overhaul Helices LH & RH (72M)

Figura 53. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por meses.  
Fuente: Manual de Mantenimiento de aviones, FAS.

### 3.11.1. Estimación de costos por mantenimiento.

La Figura 54, muestra una estimación de costos por mantenimiento para un determinado modelo de aeronave de ala fija de la FAS.

<b>Paquete de Tareas</b>	<b>Mano de Obra (Horas)</b>	<b>Materiales (usd)</b>
100 Horas	25	\$625.00
200 Horas	32	\$1,250.00
400 Horas	45	\$312.50
600 Horas	60	\$406.25
800 Horas	20	\$562.50
1000Horas	18	\$125.00
12 Meses	36	\$156.25
24 Meses	32	\$608.75
36 Meses	10	\$4,608.75
48 Meses	435	\$861.25
60 Meses	19	\$181.25
72 Meses	20	\$2,250.00

Figura 54. Costos por mantenimiento para modelo de aeronave.  
Fuente: Manual de Mantenimiento de aviones, FAS.

Se observa en la Figura anterior, el estimado de 4 aerotécnicos (Simultáneamente) por inspección (Paquete de tareas), el tiempo variara dependiendo de la disponibilidad de mano de obra, el costo de mano de obra también varía dependiendo del rango militar del aerotécnico, en promedio la hora se estima de \$4.00. El precio de los materiales/componentes se puede actualizar en línea con el catálogo de precios del fabricante. No hay valores de comercialización o márgenes de ganancia ya que el mantenimiento es para las aeronaves de FAS. Los datos de la tabla anterior son recomendados por el fabricante.

### 3.12. Rutina de mantenimiento para modelo de helicóptero.

Las Figuras 55 y 56 muestran un ejemplo de rutinas de mantenimiento por fases según fabricante para un modelo de helicóptero de la FAS.

<b>50 Horas</b>
Inspección 50hr (Cap 05-50, 05-70)
Descarga de base de datos digital EEC. Ambos motores. (50Hr) (Cap 05-20)
<b>100 Horas</b>
Inspección 100hr (Cap. 04-00, 05-20, 05-50, 05-60, 05-70)
Evento de Balance Dinámico de Rotor de Cola
<b>150 Horas</b>
Inspección de 150 Horas Dampers del Rotor Principal (MM Cap 05-50)
<b>200 Horas</b>
Inspección 200hr (Cap 04-00, 05-20, 05-50, 05-60, 05-70)
Inspección a "FMM P3 Feed"
<b>300 Horas</b>
Inspección 300hr (Cap 05-50, 05-70)
<b>400 Horas</b>
Inspección "Main Rotor Controls"
Reemplazo de "A/F Fuel filter element" (Cap 05-12)
<b>800 Horas</b>
Inspección 800hr (Cap 05-20, 05-60)
Inspección 800hr ambos motores (Cap 05-20 PW206C)
Inspección de Narices de Descarga Ambos Motores
Reemplazo de filtro de aceite ambos motores (Cap 05-20 PW206C)
Reemplazo de filtro de combustible ambos motores (Cap 05-20 PW206C)
<b>1000 Horas</b>
Overhaul al cambio Marcha Generadora

Figura 55. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por horas.  
Fuente: Manual de Mantenimiento de aviones, FAS.

<b>12 Meses</b>
Inspección 12M (Cap. 05-20, 05-60, 05-70)
Inspección 12M ambos motores
Calibración del Compas Magnético
Inspección y prueba a ELT (Cap. 05-60)
Reemplazo de Botiquín Primeros Auxilios (Cap 05-13)
<b>24 Meses</b>
Inspección, Prueba y Certificación de Altimetro, Pitot Static por FAR 91.411
Inspección y Prueba a ATC Transponder por FAR 91.413
<b>36 Meses</b>
Prueba de Resistencia Cartuchos Esferas Extintoras Ambos motores (Cap. 05-70)
Peso y balance FAR 135.185 by DGAC NOM-04
<b>60 Meses</b>
Reemplazo de Batería de ELT C406-2HM
Prueba Hidrostática Botellas Extintoras

Figura 56. Ejemplo rutinas de mantenimiento por fases por meses.  
Fuente: Manual de Mantenimiento de aviones, FAS.

### 3.12.1. Estimación de costos por mantenimiento.

La Figura 57 muestra la estimación de costos por mantenimiento de un modelo de aeronaves de ala rotativa de la FAS.

<b>Paquete de Tareas</b>	<b>Mano de Obra (Horas)</b>	<b>Materiales (usd)</b>
50Horas	6	\$150.00
100Horas	76	\$1,567.50
150Horas	5	\$45.00
200Horas	18	\$306.25
300Horas	14	\$183.75
400Horas	13	\$156.25
800Horas	22	\$1.25
1000Horas	27	\$251.25
12Meses	75	\$1,706.25
24Meses	36	\$86.25
36Meses	4	\$170.00
60Meses	19	\$328.75

Figura 57. Costos por mantenimiento para modelo de aeronave ala rotativa.  
Fuente: Manual de Mantenimiento de aviones, FAS.

Se observa en la figura el estimado de 3 aerotécnicos (Simultáneamente) por inspección (Paquete de tareas), el tiempo variara dependiendo de la disponibilidad de mano de obra, el costo de mano de obra también varía dependiendo del rango militar del aerotécnico, en promedio la hora se estima de \$4.00. El precio de los materiales/componentes se puede actualizar en línea con el catálogo de precios del fabricante. No hay valores de comercialización o márgenes de ganancia ya que el mantenimiento es para las aeronaves de FAS. Los datos de la tabla anterior son recomendados por el fabricante.

### **3.13. Características del personal de mantenimiento.**

La Fuerza Aérea Salvadoreña tiene personal técnico de aviación altamente capacitado y disciplinado con el régimen militar que le corresponde. El personal técnico inicia su carrera como técnico formándose de bachiller técnico en aviación del Centro de Instrucción Militar Aeronáutico “CIMA” después de una competitiva selección se escogen a los más destacados según criterios de evaluación y serán estos los que inicien su carrera militar de técnicos de aviación en la FAS. Su formación y responsabilidades se van desarrollando conforme su grado militar va subiendo y esto depende del tiempo y los requisitos de cada grado que está dado según la Ley de carrera miliar de la Fuerza Armada.

El personal desde el inicio se selecciona para mecánico técnico de aviación según la especialidad que tenga más actitudes y aptitudes, el personal es preparado en los talleres de la FAS a través de capacitación constante. La supervisión de cada área la ejecuta el más antiguo del área. El no cumplimiento de órdenes o desobediencia en las funciones que les corresponde es sancionado con los reglamentos militares existentes. A lo largo de su trayectoria y formación se reciben cursos de especialización en otros países como EEUU, Chile, Colombia, Brasil, etc. Para una mayor formación del personal técnico se tiene convenio con la Universidad Don Bosco con la que intercambia ayuda de formación técnica, cursos, capacitaciones, becas técnicas y becas de ingeniería. La Figura 58, muestra los diferentes rangos militares de la FAES.

<b>EJERCITO</b>	<b>FUERZA AÉREA</b>	<b>FUERZA NAVAL</b>
	<b>Oficiales Generales</b>	
General de División	General de Aviación	Vicealmirante
General de Brigada	General de Brigada Aérea	Contralmirante
	<b>Oficiales Superiores</b>	
Coronel	Coronel	Capitán de Navío
Teniente Coronel	Teniente Coronel	Capitán de Fragata
Mayor	Mayor	Capitán de Corbeta
	<b>Oficiales Subalternos</b>	
Capitán	Capitán	Teniente de Navío
Teniente	Teniente	Teniente de Fragata
Subteniente	Subteniente	Teniente de Corbeta
	<b>Suboficiales</b>	
Sargento Mayor de Bgda.	Sargento Mayor de Brigada Técnico de Aviación	Maestre Mayor
Sargento Mayor Primero	Sargento Mayor Primero Técnico de Aviación	Maestre Primero
Sargento Mayor	Sargento Mayor	Maestre
Sargento Primero	Sargento Primero Técnico de	Sargento Primero Maestre
	<b>Aviación</b>	
Sargento	Sargento Técnico de Aviación	Sargento Maestre
	<b>Tropa</b>	
Subsargento	Ssto. Técnico de Av.	Ssto. Maestre
Cabo	Cabo Técnico de Aviación	Cabo Maestre
Soldado	Aerotécnico	Marinero

Figura 58. Grados militares FAES.  
Adaptado de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza\\_Armada\\_de\\_El\\_Salvador](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_Armada_de_El_Salvador).

### 3.14. Distribución en planta.

#### 3.14.1. Talleres de mantenimiento.

La Figura 59 ilustra la distribución de los talleres de mantenimiento de la FAS. (Ilopango).

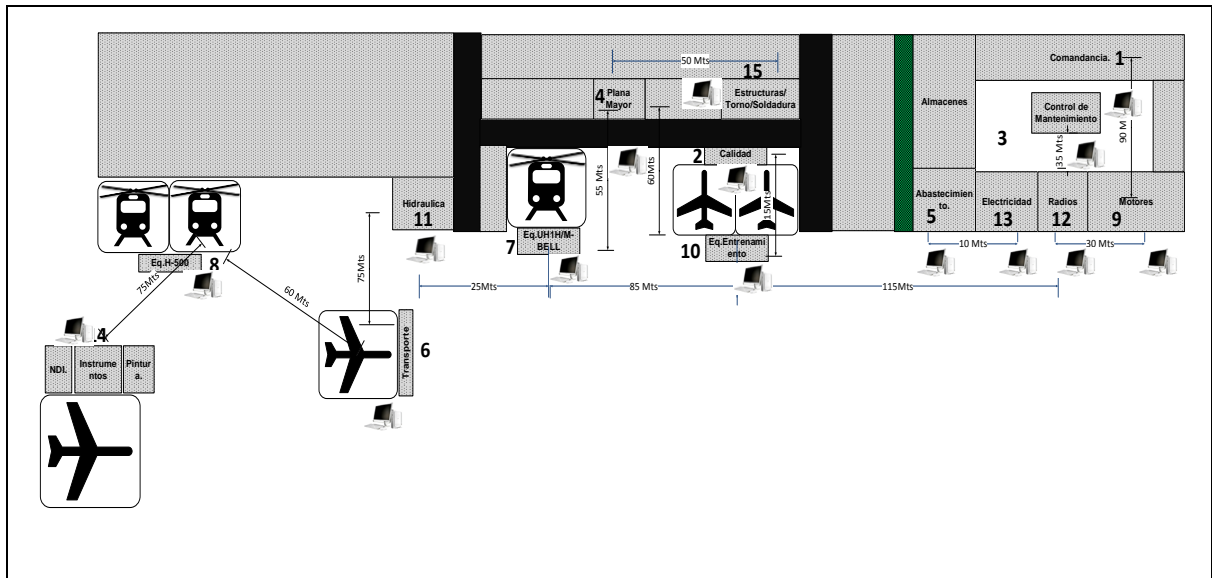


Figura 59. Distribución de talleres de la FAS.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 3.14.2. Taller de estructuras de aviación.

La Figura 60 muestra la distribución en planta del taller de estructuras de aviación de la FAS.

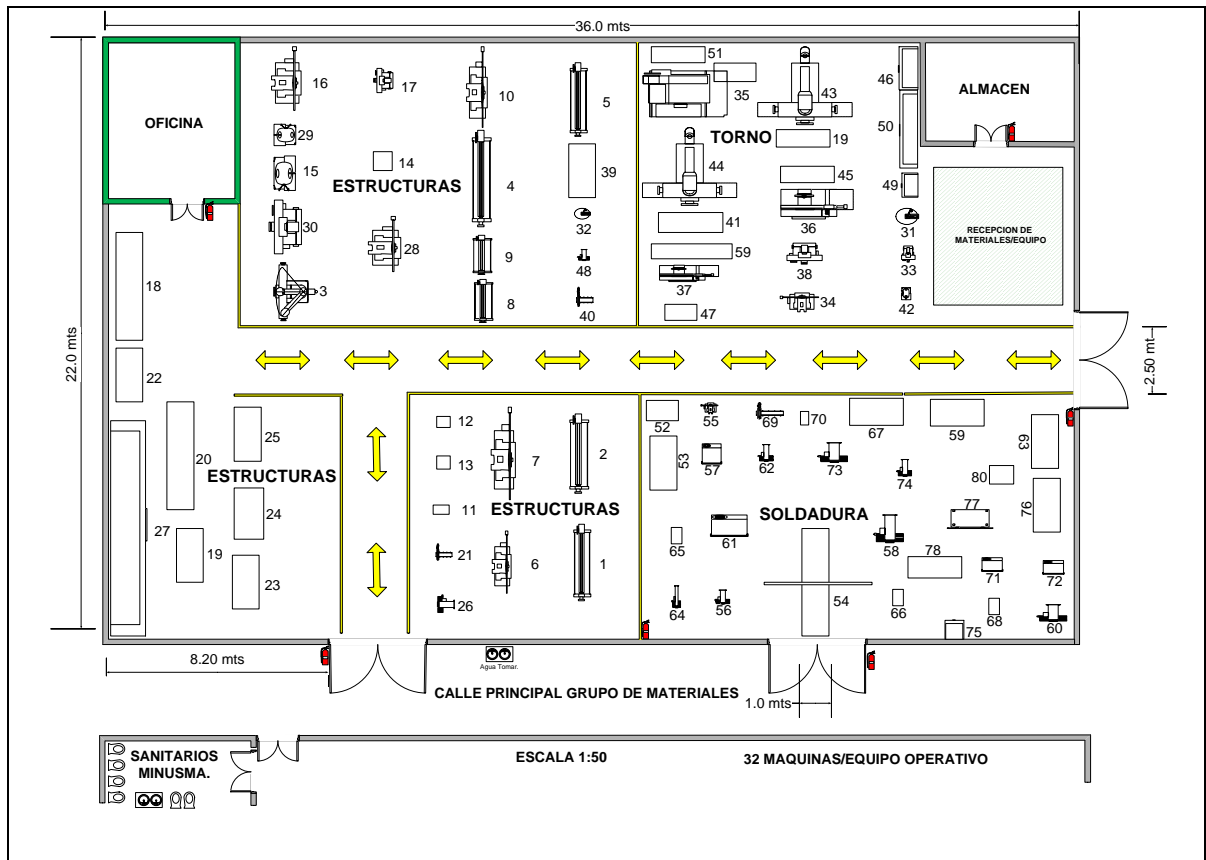


Figura 60. Distribución en planta de máquinas de taller de estructuras de aviación.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.14.3. Laboratorio de NDI.

La Figura 61 muestra la distribución de la planta del laboratorio de NDI.



Figura 61. Distribución de hangar 5 de la FAS.  
Fuente: Elaboración propia.


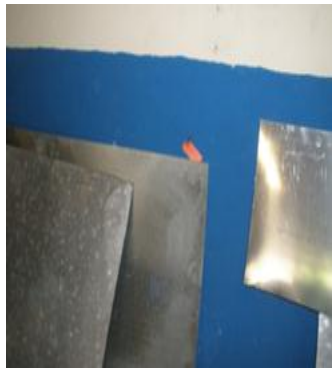
## CAPITULO IV. Análisis de las 5”S”, Mantenimiento Autónomo



### 4.1. Análisis de las 5 “s” en el taller de estructuras de aviación.



La tabla 5, muestra el desarrollo del análisis de las 5 “s” en el taller de estructuras de aviación de la FAS.



Tabla 5. Análisis de las 5 "s".

Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
Organizar	Cerca de la esmeriladora se encuentra un volante que no debería estar en esa área. También la esmeriladora no posee elementos de protección o paro de emergencia	Tener la maquina limpia con sus protecciones funcionando y sin objetos ajenos al área de trabajo		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y con actividades que pueden hacer perder tiempo para la limpieza. <u>Kiken</u> : al no tener un paro de emergencia puede generar un accidente grave para el operario.		Los implementos de protección de esmeriladora y personal para ubicar el volante en su lugar	Tener un área ordenada y segura para operar la esmeriladora



Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	La acometida eléctrica de este tablero no están correctamente instaladas	Que estén ordenadas y no originen un riesgo		<u>Kitanai:</u> se ve sucio y desordenado. <u>Kiken:</u> al no estar cumpliendo con la normativa de seguridad mínima puede ocasionar un accidente		Técnico electricista para ordenar y clasificar los cables del tablero	Da la imagen de orden y seguridad en los tableros eléctricos
Ordenar	En el área se encuentran láminas de diferentes materiales que no están ubicadas en su lugar	Que cada hoja de material para fuselaje este en el rae correspondiente		<u>Kitanai:</u> se ve sucio y desordenado. <u>Kiken:</u> puede ocasionar un accidente		Personal que deje estos materiales en el área correspondiente	Tener un área ordenada y segura para trabajar



Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Escritorios desordenados	Escritorios ordenados		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado.		Personal que ordene y archive los documentos	Tener un área ordenada y limpia para trabajar
Limpiar	Depósitos de herramientas sucios	Depósitos de herramientas limpios y ordenados		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado.		Personal que limpie y pinte los depósitos de herramientas	Tener un taller ordenado



Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Depósitos de herramientas fuera de lugar	Depósitos de herramientas limpias y ordenados		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado.		Personal que ubique los depósitos de herramientas en su lugar	Tener un taller ordenado
	Herramientas fuera de los depósitos de herramientas	Área de trabajo ordenada con las herramientas en cada depósito		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado.		Personal que guarde la herramientas en su lugar	Tener un taller ordenado


Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
Estandarizar	Interruptor de ventiladores sin identificar	Todo control identificado con ayuda visual		<u>Kiken</u> : al no estar señalado puede ocasionar un inconveniente al momento de accionar		Señalización de encendido y apagado de ventiladores	Área de fácil manejo para cualquier operario
	Se observa un manómetros sin control visual y la tubería sin pintura de señalización	Todo manómetro y tubería debe estar señalado		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado. <u>Kiken</u> : al no estar señalado la tubería ni que el manómetro estar señalado sus áreas de operación normal puede ocasionar un problema		Pintura para tubería, señalización para manómetros y personal para realizar los trabajos	Fácil identificación de una presión fuera del rango de operación normal

**Safari de las Eses**

ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
Disciplinar	Concientizar al personal en que deposite cada desecho e el deposito que corresponda	Tener depósitos para cada desecho para reciclar		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado		Depósitos identificados para cada resto que se desea reciclar	El área se vería más ordenada y colabora con el reciclaje
	Se observa un tablero sin identificación de los térmicos	En cada tablero debe estar cada térmico identificado a que área da servicio		<u>Kitanai</u> : se ve desordenado. <u>Kiken</u> : al no estar identificados puede ocasionarse un accidente al momento de dar mantenimiento o hacer una reparación		Viñetas para identificar cada térmico	Tablero ordenado e identificado

Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Toma corriente en mal estado	Todo tomacorriente cumpliendo normativa de seguridad		<u>Kitanai</u> : se ve desordenado. <u>Kiken</u> : al no estar en buen estado puede ocasionar una falla o un accidente		Nuevo toma y electricista que realice el trabajo	Instalaciones eléctricas seguras para los operarios
Seguridad	Se observa un tanque de ARGON sin cadena de seguridad	Que cada tanque este ubicado en su lugar y con su cadena de protección		<u>Kiken</u> : al no tener su cadena de seguridad puede ocasionarse un accidente con el tanque		Cadena de seguridad y ubicación en área dedicada a almacenar los tanques	Almacenamiento seguro de tanque de gases

Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Se observan materiales a mitad de las señales de circulación	Que ningún material quede en ningún área de circulación			<u>Kitanai</u> : se ve desordenado. <u>Kiken</u> : estos materiales a medio camino pueden ocasionar una caída a cualquier persona que circula en el área	Personal que deje estos materiales en el área correspondiente	Área segura para circular
	No existe señalización de la ubicación del extintor. Así como también un tomacorriente en mal estado	Señalizar cada ubicación de cada extintor y que el toma este en buen estado			<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado. <u>Kiken</u> : él toma en mal estado puede ocasionar un accidente	Pegamento y rótulos de extintor y un toma nuevo así como un técnico electricista para instalarlo	El área cumplirá con la normativa de la ley 254 respecto a la señalización de extintores

Safari de las Eses							
ESE con fotos de respaldo	Situación Actual		Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
Medio Ambiente	No se tiene un separación de los desechos, en mismo deposito se deposita las virutas de metales restos de comida	Tener depósitos separados para comenzar con un reciclaje de los residuos		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado		Depósitos identificados para cada resto que se deben reciclar	El área se vería más ordenada y colabora con el reciclaje



Fuente: datos e imágenes elaboración propia.

#### 4.2. Listado de máquinas y equipos del taller de estructuras de aviación.

La tabla 6, muestra el listado de máquinas y equipos del taller de estructuras de aviación de la FAS.




**Tabla 6. Máquinas y equipos del taller de estructuras de aviación.**

Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación					
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Procedencia.	Condición.




<b>Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación</b>					
<b>Nº</b>	<b>Tipo</b>	<b>Apoyo Visual</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia.</b>	<b>Condición.</b>
1	FRESADORA INDEX		1	EEUU.	OPERATIVO
2	FRESADORA BRIDGEPORT		1	EEUU.	OPERATIVO




**Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación**



Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Procedencia.	Condición.
3	TORNO COLCHESTER GRANDE		1	INGLATERRA.	OPERATIVO
4	TORNO COLCHESTER MEDIANO		1	INGLATERRA.	OPERATIVO
5	TORNO COLCHESTER PEQUEÑO		1	INGLATERRA.	OPERATIVO

Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación					
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Procedencia.	Condición.
6	Dobladoras de lámina pequeña		2	EEUU.	OPERATIVOS
7	Dobladora de lámina mediana		2	EEUU.	OPERATIVOS
8	Dobladora de lámina Grande		2	EEUU.	OPERATIVOS

<b>Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación</b>					
<b>Nº</b>	<b>Tipo</b>	<b>Apoyo Visual</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Procedencia.</b>	<b>Condición.</b>
9	Cortadora de lámina y flexiglass		2	EEUU.	OPERATIVOS
10	Cepilladoras		2	EEUU.	OPERATIVOS
11	Remachadoras automáticas		2	EEUU.	OPERATIVOS

Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación					
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Procedencia.	Condición.
12	Sierras eléctricas		1	EEUU.	OPERATIVO
13	Equipo de soldadura Oxigeno-Acetileno		2	EEUU.	OPERATIVOS
14	Soldador eléctrico Lincold		2	EEUU.	OPERATIVOS

Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación					
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Procedencia.	Condición.
15	Equipo de Soldadura Tig		1	EEUU.	OPERATIVO
16	Equipo de Soldadura Mig		1	EEUU.	OPERATIVO
17	Maquina dobladora de tubos		1	EEUU.	OPERATIVO

Maquinaria Existente en Taller de Estructuras de Aviación					
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Procedencia.	Condición.
18	Taladro Radial		3	EEUU.	OPERATIVOS
19	Esmeriles		4	EEUU.	OPERATIVOS
		<b>TOTAL:</b>	32		

Fuente: datos e imágenes elaboración propia.

### 4.3. Rutinas y protocolos de mantenimiento.

#### 4.3.1. Fresadora INDEX.

La tabla 7 detalla las rutinas de mantenimiento autónomo en cada una de las maquinas del taller de estructuras de aviación.

**Tabla 7. Rutinas de mantenimiento fresadora INDEX.**

Mantenimiento Autónomo en Fresadora INDEX						
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Herramientas a utilizar	Tiempo (Minutos)
1	Método de trabajo de arriba hacia abajo en limpieza de máquina fresadora.	Limpieza general de la fresadora desde el cabezal hasta la base.	-Capacitación sobre procedimiento de limpieza.	Maquina apagada, precaución con golpes, heridas, polvo contaminante, uso de equipo de protección personal, guantes, mascarilla, delantal de trabajo, anteojos, casco.	Paño, desengrasante, brocha, ayuda visual, aire comprimido, escoba, pala.	5
			-Demostración de método y procedimiento			
			-Observación de tarea realizada por operador			
			-Evaluación de las tareas del proceso			
			-Acreditación para la realización de las tareas			
			-Supervisión semanal			

Mantenimiento Autónomo en Fresadora INDEX						
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Herramientas a utilizar	Tiempo (Minutos)
2	En método de trabajo, métodos de lubricación y engrase.	Limpieza, engrase, lubricación de las piezas que conjuntan el mecanismo de cada uno de los carros de la fresadora, columna, accionadores manuales de carro.	Capacitar al personal operativo en MA de la maquina lo que traerá un mejor mantenimiento preventivo, detención temprana de fallas, maquina mejor cuidada, el involucramiento del operador al mantenimiento, mejora del indicador de efectividad de la máquina, acreditación, supervisión.	Maquina apagada, uso de mascarilla, uso de ante ojos uso de guantes.	Paño, engrasadora, aceitera, brocha, liquido desengrasante, ayuda visual.	10
3	Método de lubricación en cojinetes.	Realizar lubricación de los cojinetes de los volantes.	-Capacitación sobre procedimiento de lubricación, clases de aceite.	Maquina apagada, uso de mascarilla, anteojos, uso de delantal.	Aceitera, ayuda visual.	5
			-Demostración de método y procedimiento			
			-Observación de tarea realizada por operador			
			-Evaluación de las tareas del proceso			
			-Acreditación para la realización de las tareas			
-Supervisión semanal						
4	Conocimiento del método de cambio de piezas, conocimiento de cada una de las piezas y conocimiento de formatos de solicitud de piezas en	Inspección y cambio si es necesario de refacciones externas (Rodamientos, resortes, pernos, tornillería, bombillos).	-Capacitación sobre procedimiento de cambio de piezas.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Llaves de diferente medida, desarmadores, ayuda visual.	10
			-Demostración de método y procedimiento			

Mantenimiento Autónomo en Fresadora INDEX						
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Herramientas a utilizar	Tiempo (Minutos)
	almacén.		-Observación de tarea realizada por operador -Evaluación de las tareas del proceso -Acreditación para la realización de las tareas -Supervisión semanal			
5	Conocimiento de método de cambio de fajas, conocimiento de especificaciones y tipos de faja.	Verificación, limpieza y cambio de fajas si es necesario.	Capacitar al personal operativo en MA de la máquina lo que traerá un mejor mantenimiento preventivo, detención temprana de fallas, máquina mejor cuidada, el involucramiento del operador al mantenimiento, mejora del indicador de efectividad de la máquina, acreditación, supervisión.	Máquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Paño, brocha, aire comprimido, ayuda visual y faja si hay cambio.	5
6	Conocimiento sobre cada una de las piezas y criterios de desgaste.	Verificación que las piezas externas móviles no tengan exceso de desgaste (Flechas, bujes, bases, engranes, poleas).	-Capacitación sobre criterios de desgaste de piezas. -Demostración de método y procedimiento -Observación de tarea realizada por operador -Evaluación de las tareas del proceso -Acreditación para la realización de las tareas -Supervisión.	Máquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, etc.	Brocha, paño, líquido desengrasante, ayuda visual.	10

Mantenimiento Autónomo en Fresadora INDEX						
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Herramientas a utilizar	Tiempo (Minutos)
7	Método de limpieza de botoneras, químicos a utilizar, precauciones a la hora de limpiar.	Verificar y limpiar botonera de accionamiento.	-Capacitación sistema de botoneras de la fresadora.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Paño, brocha, liquido desengrasante, ayuda visual.	5
			-Demostración de método y procedimiento			
			-Observación de tarea realizada por operador			
			-Evaluación de las tareas del proceso			
			-Acreditación para la realización de las tareas			
-Supervisión.						
8	Método de limpieza de conexiones eléctricas, medidas de seguridad, criterios para evaluación.	Verificar y limpiar conexiones y tomas eléctricos.	Capacitar al personal operativo en MA de la máquina lo que traerá un mejor mantenimiento preventivo, detención temprana de fallas, maquina mejor cuidada, el involucramiento del operador al mantenimiento, mejora del indicador de efectividad de la máquina.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Paño, brocha, liquido desengrasante, liquido penetrante para contactos eléctricos, ayuda visual.	10
9	Método de limpieza de conexiones de lubricación, medidas de seguridad, criterios para evaluación.	Verificar líneas de lubricación.	-Capacitación sistema de líneas de lubricación, clases de lubricantes.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Paño, brocha, ayuda visual.	10
			-Demostración de método y procedimiento			
			-Observación de tarea realizada por operador			

Mantenimiento Autónomo en Fresadora INDEX						
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Herramientas a utilizar	Tiempo (Minutos)
			-Evaluación de las tareas del proceso			
			-Acreditación para la realización de las tareas			
			-Supervisión.			
10	Conocimiento del método de limpieza, características básicas del motor, uso de herramienta de medición.	Realizar limpieza y monitorear temperatura de bomba de aceite externa.	-Capacitación sobre el sistema de bomba de aceite de la máquina. -Demostración de método y procedimiento -Observación de tarea realizada por operador -Evaluación de las tareas del proceso -Acreditación para la realización de las tareas -Supervisión.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Paño, brocha, liquido especial para limpieza, equipo de termografía, ayuda visual.	5
11	Conocimiento sobre el método de cambio del refrigerante, características del refrigerante, normas de seguridad, conocimiento sobre el sistema de enfriamiento de las piezas.	Realizar cambio de refrigerante y verificación de tuberías.	-Capacitación sobre el sistema de refrigeración para el fresado de piezas; conocimiento de líquidos refrigerantes. -Demostración de método y procedimiento	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Líquido refrigerante, brocha, paño, ayuda visual.	10

Mantenimiento Autónomo en Fresadora INDEX						
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Herramientas a utilizar	Tiempo (Minutos)
			-Observación de tarea realizada por operador			
			-Evaluación de las tareas del proceso			
			-Acreditación para la realización de las tareas			
			-Supervisión.			
12	Capacitación sobre el método de limpieza, medidas de seguridad, líquidos utilizados para su limpieza, cuidados a tener en general.	Limpieza y chequeo visual de los indicadores y seteo de la máquina.	-Capacitación sobre el tablero de indicadores y seteo de la maquina fresadora.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Paño, brocha, liquido desengrasante.	5
			-Demostración de método y procedimiento			
			-Observación de tarea realizada por operador			
			-Evaluación de las tareas del proceso			
			-Acreditación para la realización de las tareas			
			-Supervisión.			
13	Capacitación sobre el método de limpieza de filtro, conocimiento sobre filtros y criterios y método de cambio de filtro, así como llenado de solicitud de	Limpieza de filtro de aire de gabinete y cambio si es necesario.	-Capacitación sobre filtro de aire de maquina fresadora.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, ayuda visual etc.	Aire comprimido, brocha, paño, y filtro si es necesario.	10
			-Demostración de método y procedimiento			

Mantenimiento Autónomo en Fresadora INDEX						
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Herramientas a utilizar	Tiempo (Minutos)
	repuestos.		-Observación de tarea realizada por operador -Evaluación de las tareas del proceso -Acreditación para la realización de las tareas -Supervisión.			
14	Conocimiento sobre el método de limpieza, cuidados a considerar, medidas de seguridad y líquidos utilizados para su limpieza.	Limpieza de caja electrónica de la máquina.	-Capacitación sobre caja electrónica de maquina fresadora, uso de líquidos desengrasantes. -Demostración de método y procedimiento -Observación de tarea realizada por operador -Evaluación de las tareas del proceso -Acreditación para la realización de las tareas -Supervisión.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal, guantes, delantal, anteojos, mascarilla, etc.	Líquido penetrante para contactos eléctricos, brocha, paño y aire comprimido para limpieza de caja, ayuda visual.	5

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 8 muestra el protocolo de mantenimiento de la fresadora INDEX.

**Tabla 8. Protocolo de mantenimiento fresadora INDEX.**

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar nivel de fluidos refrigerantes (circuitos cerrados), y en su caso, reponer	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar nivel de lubricantes, y en su caso, reponer	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar ausencia de fugas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
8	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de la estanquidad de tuberías que conectan con el equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Comprobar el cierre estanco de puertas y accesos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
8	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
9	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
10	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
11	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	NO	NO
12	Realizar inspección visual de válvulas manuales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
13	Realizar una apertura y cierre de cada válvula manual	Anual	Mecánica	15	NO	NO
14	Engrase de válvulas manuales	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
15	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
16	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
17	Realizar limpieza interior de filtros	Anual	Mecánica	60	SI	SI
18	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
19	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
20	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar consumo eléctrico de motor	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
10	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
11	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	NO	NO
12	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
13	Verificar cuadro de maniobra (ojo, los cuadros tienen un protocolo separado)	Trimestral	Eléctrica	30	NO	NO
14	Verificar luces de cuadros	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
15	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
16	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Anual	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación	Anual	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con las puertas abiertas	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
3	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Realizar medición de nivel de ruido	Mensual	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Sustituir el aceite de lubricación	Anual	Lubricación	30	SI	SI
2	Verificar estado visual del aceite lubricante	Mensual	Lubricación	10	SI	SI
3	Drenar depósito por parte inferior	Anual	Lubricación	15	SI	SI
4	Realizar limpieza del cárter o depósito de aceite	Anual	Lubricación	30	SI	SI

FRESADORA INDEX		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Sustituir filtros de aceite	Anual	Lubricación	30	SI	SI
6	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
7	Tomar muestra de aceite para análisis	Trimestral	Lubricación	10	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de aceite	Trimestral	Predictivo	10	NO	NO
2	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
3	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
4	Realizar inspección boroscópica	Trimestral	Predictivo	120	SI	SI
5	Realizar inspección por ultrasonido	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
6	Realizar medición de espesores en puntos controlados	Anual	Predictivo	120	SI	SI
7	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.2. Fresadora BRIDGEPORT.

La tabla 9 muestra las rutinas generales de mantenimiento preventivo-predictivo en cada una de las maquinas del taller de estructuras de aviación de la fresadora BRIDGEPORT.

**Tabla 9. Rutinas generales de mantenimiento preventivo-predictivo fresadora BRIDGEPORT.**

FRESADORA BRIDGEPORT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar nivel de fluidos refrigerantes (circuitos cerrados), y en su caso, reponer	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar nivel de lubricantes, y en su caso, reponer	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar ausencia de fugas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

FRESADORA BRIDGEPORT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
6	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
8	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de la estanquidad de tuberías que conectan con el equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Comprobar el cierre estanco de puertas y accesos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
8	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
9	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
10	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
11	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	NO	NO

<b>FRESADORA BRIDGEPORT</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
12	Realizar inspección visual de válvulas manuales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
13	Realizar una apertura y cierre de cada válvula manual	Anual	Mecánica	15	NO	NO
14	Engrase de valvulas manuales	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
15	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
16	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
17	Realizar limpieza interior de filtros	Anual	Mecánica	60	SI	SI
18	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
19	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
20	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y bornas del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI

FRESADORA BRIDGEPORT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar consumo eléctrico de motor	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
10	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
11	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	NO	NO
12	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
13	Verificar cuadro de maniobra (ojo, los cuadros tienen un protocolo separado)	Trimestral	Eléctrica	30	NO	NO
14	Verificar luces de cuadros	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
15	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
16	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO

<b>FRESADORA BRIDGEPORT</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Anual	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación	Anual	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO

<b>FRESADORA BRIDGEPORT</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con las puertas abiertas	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
3	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Realizar medición de nivel de ruido	Mensual	técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO

<b>FRESADORA BRIDGEPORT</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Sustituir el aceite de lubricación	Anual	Lubricación	30	SI	SI
2	Verificar estado visual del aceite lubricante	Mensual	Lubricación	10	SI	SI
3	Drenar depósito por parte inferior	Anual	Lubricación	15	SI	SI
4	Realizar limpieza del cárter o depósito de aceite	Anual	Lubricación	30	SI	SI
5	Sustituir filtros de aceite	Anual	Lubricación	30	SI	SI
6	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
7	Tomar muestra de aceite para análisis	Trimestral	Lubricación	10	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de aceite	Trimestral	Predictivo	10	NO	NO
2	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
3	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
4	Realizar inspección boroscópica	Trimestral	Predictivo	120	SI	SI
5	Realizar inspección por ultrasonido	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
6	Realizar medición de espesores en puntos controlados	Anual	Predictivo	120	SI	SI
7	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

### 4.3.3. Torno Colchester Grande.

La tabla 10 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación TORNO COLCHESTER GRANDE.

**Tabla 10. Rutina de Mantenimiento Torno COLCHESTER grande.**

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL SISTEMA DE BANCADA</b>						
1	Remoción de residuos, grasa y refrigerante, aplicar capa superficial de lubricante	diario	Mecánica	30	NO	NO
2	Inspección y nivelación de tornillos de nivelación	Trimestral	Mecánica	45	NO	NO
3	Verificar apriete de pernos de anclaje	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>VERIFICACION DE SISTEMA DE REFRIGERACION</b>						
1	Verificar grado de contaminación de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
2	Limpiar tanque de almacenamiento ductos y filtros	Semanal	Mecánica	10	NO	NO
3	verificar fugas de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
4	Recuperar nivel de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Verificar contactos en bornera de bomba	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
6	Medir voltaje en cada fase de bomba	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CABEZAL FIJO</b>						
1	Verificar fugas en mirillas, apriete de tornillos de sujeción	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
2	Inspeccionar ajuste de palanca de cambio de velocidades	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	verificar nivel de aceite de caja de velocidades	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
4	Recuperar nivel de aceite de caja de velocidades	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
5	Remover residuos de material y grasa de plato universal	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
6	verificar vote , alabeo y ajuste de mordazas y su concentricidad, ajustar y lubricar	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar consumo eléctrico de motor	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Semestral	Eléctrica	10	SI	SI
11	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Semestral	Mecánica	20	SI	SI
12	verificar tensión de correas y alineación de poleas	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
<b>VERIFICACION DE SISTEMAS AUTOMATICOS Y DE ROSCADO</b>						

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Inspeccionar y ajustar las palancas de automáticos	Trimestral	Mecánica	20	NO	NO
2	Verificar nivel de aceite de caja norton	Semanal	Mecánica	10	SI	SI
3	Rellenar nivel de aceite de caja norton	Semanal	Mecánica	10	NO	NO
4	Inspeccionar y ajustar las palancas de automáticos en delantal	Trimestral	Mecánica	20	NO	NO
5	Verificar desgaste, juego axial y radial de lira de engranes	Mensual	Mecánica	10	SI	SI
6	Ajustar limpiar y lubricar lira de engranes	Mensual	Mecánica	30	SI	SI
7	Limpieza de tronillo/tuerca patrón y cremallera	Mensual	Eléctrica	10	SI	SI
8	Verificar estado y funcionamiento de pasadores de seguridad	Mensual	Eléctrica	15	SI	SI

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>VERIFICACION DE CARRO LONGITUDINAL</b>						
1	Verificar nivel de aceite , fugas y desajuste de delantal	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Ajustar, limpiar y lubricar	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
3	Reducir el juego del dial mediante el ajuste del anillo de escala y ajuste de la tornillería de las guías anteriores	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CARRO TRANSVERSAL</b>						
1	Reducir el juego axial del dial mediante el ajuste de la tuerca final del tornillo	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Ajuste de tuerca transversal del dial	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
3	Ajuste de cuña del dial	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CARRO SUPERIOR</b>						

<b>TORNO COLCHESTER GRANDE</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
1	Reducir el juego del dial mediante el ajuste del anillo de escala y ajuste de la tornillería de las guías anteriores	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar rigidez y apriete correcto del tornillo de ajuste de la torreta	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
3	Ajustar, limpiar y lubricar torreta de carro superior	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CONTRAPUNTO</b>						
1	Reducir el juego axial y radial del dial mediante la chaveta	Semestral	Técnico	15	NO	NO
2	Ajustar tornillo de palanca de fijación	Semestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar alineación entre puntos y seguro longitudinal	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SISTEMA DE ENERGIZADO Y SEGURIDADES</b>						

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Inspeccionar y ajustar las palancas de energizado de marcha y contramarcha	Mensual	Técnico	10	NO	NO
2	Revisar y ajustar pastilla de freno	Mensual	Técnico	10	NO	NO
3	Revisar y ajustar resortes del sistema de frenos y pivotes	Mensual	Técnico	15	NO	NO
4	Verificar funcionamiento de paro de emergencia	Mensual	Técnico	5	NO	NO
7	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
8	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
9	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
10	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO

TORNO COLCHESTER GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de aceite	Trimestral	Predictivo	10	NO	NO
2	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
3	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.4. Torno Colchester Mediano.

La tabla 11 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación Torno COLCHESTER mediano.

Tabla 11. Rutina de mantenimiento de máquina Torno COLCHESTER mediano.

TORNO COLCHESTER MEDIANO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL SISTEMA DE BANCADA</b>						
1	Remoción de residuos, grasa y refrigerante, aplicar capa superficial de lubricante	diario	Mecánica	30	NO	NO
2	Inspección y nivelación de tornillos de nivelación	Trimestral	Mecánica	45	NO	NO
3	Verificar apriete de pernos de anclaje	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>VERIFICACION DE SISTEMA DE REFRIGERACION</b>						
1	Verificar grado de contaminación de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
2	Limpiar tanque de almacenamiento ductos y filtros	Semanal	Mecánica	10	NO	NO
3	verificar fugas de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
4	Recuperar nivel de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar contactos en bornera de bomba	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
6	Medir voltaje en cada fase de bomba	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CABEZAL FIJO</b>						
1	Verificar fugas en mirillas, apriete de tornillos de sujeción	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
2	Inspeccionar ajuste de palanca de cambio de velocidades	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	verificar nivel de aceite de caja de velocidades	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
4	Recuperar nivel de aceite de caja de velocidades	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
5	Remover residuos de material y grasa de plato universal	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	verificar vote , alabeo y ajuste de mordazas y su concentricidad, ajustar y lubricar	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar consumo eléctrico de motor	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO

TORNO COLCHESTER MEDIANO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Semestral	Eléctrica	10	SI	SI
11	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Semestral	Mecánica	20	SI	SI
12	verificar tensión de correas y alineación de poleas	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
<b>VERIFICACION DE SISTEMAS AUTOMATICOS Y DE ROSCADO</b>						
1	Inspeccionar y ajustar las palancas de automáticos	Trimestral	Mecánica	20	NO	NO
2	Verificar nivel de aceite de caja Norton	Semanal	Mecánica	10	SI	SI
3	Rellenar nivel de aceite de caja Norton	Semanal	Mecánica	10	NO	NO
4	Inspeccionar y ajustar las palancas de automáticos en delantal	Trimestral	Mecánica	20	NO	NO
5	Verificar desgaste, juego axial y radial de lira de engranes	Mensual	Mecánica	10	SI	SI
6	Ajustar limpiar y lubricar lira de engranes	Mensual	Mecánica	30	SI	SI
7	Limpieza de tronillo/tuerca patrón y cremallera	Mensual	Eléctrica	10	SI	SI
8	Verificar estado y funcionamiento de pasadores de seguridad	Mensual	Eléctrica	15	SI	SI
<b>VERIFICACION DE CARRO LONGITUDINAL</b>						
1	Verificar nivel de aceite , fugas y desajuste de delantal	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Ajustar limpiar y lubricar delantal	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
3	Reducir el juego del dial mediante el ajuste del anillo de escala y ajuste de la tornillería de las guías anteriores	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CARRO TRANSVERSAL</b>						
1	Reducir el juego axial del dial mediante el ajuste de la tuerca final del tornillo	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Ajuste de tuerca transversal del dial	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
3	Ajuste de cuña del dial	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CARRO SUPERIOR</b>						

<b>TORNO COLCHESTER MEDIANO</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
1	Reducir el juego del dial mediante el ajuste del anillo de escala y ajuste de la tornillería de las guías anteriores	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar rigidez y apriete correcto del tornillo de ajuste de la torreta	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
3	Ajustar, limpiar y lubricar torreta de carro superior	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CONTRAPUNTO</b>						
1	Reducir el juego axial y radial del dial de la pínula mediante la chaveta	Semestral	Técnico	15	NO	NO
2	Ajustar tornillo de palanca de fijación	Semestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar alineación entre puntos y seguro longitudinal	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SISTEMA DE ENERGIZADO Y SEGURIDADES</b>						
1	Inspeccionar y ajustar las palancas de energizado de marcha y contramarcha	Mensual	Técnico	10	NO	NO
2	Revisar y ajustar pastilla de freno	Mensual	Técnico	10	NO	NO
3	Revisar y ajustar resortes del sistema de frenos y pivotes	Mensual	Técnico	15	NO	NO
4	Verificar funcionamiento de paro de emergencia	Mensual	Técnico	5	NO	NO
7	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
8	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
9	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
10	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO

TORNO COLCHESTER MEDIANO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de aceite	Trimestral	Predictivo	10	NO	NO
2	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
3	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.5. Torno Colchester Pequeño.

La tabla 12 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación Torno COLCHESTER pequeño.

Tabla 12. Rutina de mantenimiento Torno COLCHESTER pequeño.

TORNO COLCHESTER PEQUEÑO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL SISTEMA DE BANCADA</b>						
1	Remoción de residuos, grasa y refrigerante, aplicar capa superficial de lubricante	diario	Mecánica	30	NO	NO

TORNO COLCHESTER PEQUEÑO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Inspección y nivelación de tornillos de nivelación	Trimestral	Mecánica	45	NO	NO
3	Verificar apriete de pernos de anclaje	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>VERIFICACION DE SISTEMA DE REFRIGERACION</b>						
1	Verificar grado de contaminación de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
2	Limpiar tanque de almacenamiento ductos y filtros	Semanal	Mecánica	10	NO	NO
3	verificar fugas de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
4	Recuperar nivel de refrigerante	Semanal	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar contactos en bornera de bomba	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
6	Medir voltaje en cada fase de bomba	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CABEZAL FIJO</b>						
1	Verificar fugas en mirillas, apriete de tornillos de sujeción	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
2	Inspeccionar ajuste de palanca de cambio de velocidades	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	verificar nivel de aceite de caja de velocidades	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
4	Recuperar nivel de aceite de caja de velocidades	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
5	Remover residuos de material y grasa de plato universal	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	verificar vote , alabeo y ajuste de mordazas y su concetricidad, ajustar y lubricar	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar consumo eléctrico de motor	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Semestral	Eléctrica	5	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Semestral	Eléctrica	10	SI	SI
11	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Semestral	Mecánica	20	SI	SI
12	verificar tensión de correas y alineación de poleas	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
<b>VERIFICACION DE SISTEMAS AUTOMATICOS Y DE ROSCADO</b>						

TORNO COLCHESTER PEQUEÑO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Inspeccionar y ajustar las palancas de automáticos	Trimestral	Mecánica	20	NO	NO
2	Verificar nivel de aceite de caja Norton	Semanal	Mecánica	10	SI	SI
3	Rellenar nivel de aceite de caja Norton	Semanal	Mecánica	10	NO	NO
4	Inspeccionar y ajustar las palancas de automáticos en delantal	Trimestral	Mecánica	20	NO	NO
5	Verificar desgaste, juego axial y radial de lira de engranes	Mensual	Mecánica	10	SI	SI
6	Ajustar limpiar y lubricar lira de engranes	Mensual	Mecánica	30	SI	SI
7	Limpieza de tronillo/tuerca patrón y cremallera	Mensual	Eléctrica	10	SI	SI
8	Verificar estado y funcionamiento de pasadores de seguridad	Mensual	Eléctrica	15	SI	SI
<b>VERIFICACION DE CARRO LONGITUDINAL</b>						
1	Verificar nivel de aceite , fugas y desajuste de delantal	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Ajustar limpiar y lubricar delantal	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
3	Reducir el juego del dial mediante el ajuste del anillo de escala y ajuste de la tornillería de las guías anteriores	Mensual	Mecánica	15	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CARRO TRANSVERSAL</b>						
1	Reducir el juego axial del dial mediante el ajuste de la tuerca final del tornillo	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Ajuste de tuerca transversal del dial	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
3	Ajuste de cuña del dial	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CARRO SUPERIOR</b>						
1	Reducir el juego del dial mediante el ajuste del anillo de escala y ajuste de la tornillería de las guías anteriores	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar rigidez y apriete correcto del tornillo de ajuste de la torreta	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
3	Ajustar, limpiar y lubricar torreta de carro superior	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACION DE CONTRAPUNTO</b>						

<b>TORNO COLCHESTER PEQUEÑO</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
1	Reducir el juego axial y radial del dial de la pínula mediante la chaveta	Semestral	Técnico	15	NO	NO
2	Ajustar tornillo de palanca de fijación	Semestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar alineación entre puntos y seguro longitudinal	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SISTEMA DE ENERGIZADO Y SEGURIDADES</b>						
1	Inspeccionar y ajustar las palancas de energizado de marcha y contramarcha	Mensual	Técnico	10	NO	NO
2	Revisar y ajustar pastilla de freno	Mensual	Técnico	10	NO	NO
3	Revisar y ajustar resortes del sistema de frenos y pivotes	Mensual	Técnico	15	NO	NO
4	Verificar funcionamiento de paro de emergencia	Mensual	Técnico	5	NO	NO
7	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
8	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
9	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
10	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						

TORNO COLCHESTER PEQUEÑO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Realizar análisis de aceite	Trimestral	Predictivo	10	NO	NO
2	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
3	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.6. Dobladora de Lamina Pequeña.

La tabla 13 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Dobladora de Lamina pequeña.

Tabla 13. Rutina de mantenimiento de máquina Dobladora de Lamina pequeña.

DOBLADORA DE LAMINA PEQUEÑA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar nivel de lubricantes, y en su caso, reponer	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
7	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
9	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
10	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
11	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
12	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
13	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO

4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Anual	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación	Anual	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar medición de nivel de ruido	Mensual	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes,	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO

	etc.					
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	lubricar con suficiente aceite todas las guías que se encuentran en la maquina	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
2	limpiar con un paño los alrededores de los puntos dotados con graseras para eliminar las purezas existentes	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
3	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar inspección por ultrasonido	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
4	Realizar medición de espesores en puntos controlados	Anual	Predictivo	120	SI	SI
5	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.7. Dobladora de Lamina Mediana.

La tabla 14 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Dobladora de Lamina mediana.

Tabla 14. Rutina de mantenimiento máquina Dobladora de Lamina mediana.

DOBLADORA DE LAMINA MEDIANA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar nivel de lubricantes, y en su caso, reponer	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI

DOBLADORA DE LAMINA MEDIANA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
7	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
9	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
10	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
11	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
12	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
13	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Anual	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación	Anual	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO

<b>DOBLADORA DE LAMINA MEDIANA</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar medición de nivel de ruido	Mensual	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO

DOBLADORA DE LAMINA MEDIANA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	lubricar con suficiente aceite todas las guías que se encuentran en la maquina	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
2	limpiar con un paño los alrededores de los puntos dotados con graseras para eliminar las purezas existentes	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
3	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar inspección por ultrasonido	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
4	Realizar medición de espesores en puntos controlados	Anual	Predictivo	120	SI	SI
5	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.8. Dobladora de Lámina Grande.

La tabla 15 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Dobladora de Lamina grande.

Tabla 15. Rutina de mantenimiento máquina Dobladora de Lamina grande.

DOBLADORA DE LAMINA GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar nivel de lubricantes, y en su caso, reponer	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
7	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO

<b>DOBLADORA DE LAMINA GRANDE</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
9	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
10	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
11	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
12	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
13	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Anual	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación	Anual	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO

<b>DOBLADORA DE LAMINA GRANDE</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar medición de nivel de ruido	Mensual	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						

DOBLADORA DE LAMINA GRANDE		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	lubricar con suficiente aceite todas las guías que se encuentran en la maquina	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
2	limpiar con un paño los alrededores de los puntos dotados con graseras para eliminar las purezas existentes	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
3	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar inspección por ultrasonido	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
4	Realizar medición de espesores en puntos controlados	Anual	Predictivo	120	SI	SI
5	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.9. Cepilladora.

La tabla 16 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Cepilladora.

Tabla 16. Rutina de mantenimiento de máquina Cepilladora.

CEPILLADORA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO

CEPILLADORA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
3	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
7	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
9	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	NO	NO
10	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
11	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
12	Realizar limpieza interior de filtros	Anual	Mecánica	60	SI	SI

CEPILLADORA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
13	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
14	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
15	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar consumo eléctrico de motor	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
10	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
11	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	NO	NO
12	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
13	Verificar cuadro de maniobra (ojo, los cuadros tienen un protocolo separado)	Trimestral	Eléctrica	30	NO	NO
14	Verificar luces de cuadros	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
15	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
16	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO

CEPILLADORA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar medición de nivel de ruido	Mensual	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	20	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Sustituir el aceite de lubricación	Anual	Lubricación	30	SI	SI
2	Verificar estado visual del aceite lubricante	Mensual	Lubricación	10	SI	SI
3	Drenar depósito por parte inferior	Anual	Lubricación	15	SI	SI
4	Realizar limpieza del cárter o depósito de aceite	Anual	Lubricación	30	SI	SI

CEPILLADORA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
6	Tomar muestra de aceite para análisis	Trimestral	Lubricación	10	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar inspección por ultrasonido	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
7	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.10. Sierra Eléctrica.

La tabla 17 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Sierra Eléctrica.

Tabla 17. Rutina de mantenimiento de máquina Sierra Eléctrica.

SIERRA ELECTRICA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2		
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
4	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						

SIERRA ELECTRICA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual de soldaduras	Anual	Mecánica	60	NO	NO
4	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
7	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
9	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
10	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	SI	SI
11	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
12	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
13	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
14	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI

SIERRA ELECTRICA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
15	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de rodamientos	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar estado de cojinetes	Anual	Mecánica	20	NO	NO
3	Sustituir rodamientos	Anual	Mecánica	45	SI	SI
4	Sustituir cojinetes	Anual	Mecánica	45	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar consumo eléctrico de motores	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
10	Verificar buen estado de toma de tierra	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
11	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
12	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
13	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
14	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO

SIERRA ELECTRICA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Calibrar instrumentación	Bienal	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
2	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con las puertas abiertas	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
3	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
4	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
5	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
6	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO

SIERRA ELECTRICA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	20	SI	SI
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.11. Equipo de Soldadura Oxigeno Acetileno.

La tabla 18 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Equipo de Soldadura Oxigeno Acetileno.

Tabla 18. Rutina de mantenimiento equipo de Soldadura Oxigeno Acetileno.

EQUIPO DE SOLDADURA OXIGENO ACETILENO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2	NO	NO
2	Anotar lectura de Presión	Diaria	OPERACIÓN	1	NO	NO

EQUIPO DE SOLDADURA OXIGENO ACETILENO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	SI	SI
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	SI	SI
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	15	SI	SI
4	Verificar presión correcta a la entrada/salida del equipo	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
5	Verificar presión correcta en puntos intermedios (si tiene)	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
6	Verificar que el caudal que entra/sale/atraviesa el equipo es correcto	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
7	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar ausencia de fugas	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
8	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de la estanquidad de tuberías que conectan con el equipo	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
2	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
3	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	SI	SI
4	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI

EQUIPO DE SOLDADURA OXIGENO ACETILENO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
6	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
7	Realizar inspección visual de válvulas manuales	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
8	Realizar una apertura y cierre de cada válvula manual	Anual	Mecánica	15	SI	SI
9	Engrase de válvulas manuales	Mensual	Mecánica	10	SI	SI
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de kit de reparación de válvulas	Anual	Mecánica	10	SI	SI
2	Sustituir kit de reparación de válvulas	Anual	Mecánica	30	SI	SI
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	13	NO	NO
2	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Calibrar instrumentación	Bienal	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
2	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
2	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
3	Realizar medición de gases en las proximidades del equipo	Trimestral	Mecánica	115	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO

EQUIPO DE SOLDADURA OXIGENO ACETILENO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza por recirculación química	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	SI	SI
2	Realizar inspección boroscópica	Trimestral	Predictivo	120	SI	SI
3	Realizar inspección por ultrasonido	Trimestral	Predictivo	30	SI	SI
4	Realizar medición de espesores en puntos controlados	Anual	Predictivo	120	SI	SI
5	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.12. Soldador Eléctrico.

La tabla 19 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Soldador Eléctrico.

Tabla 19. Rutina de mantenimiento de Soldador Eléctrico.

SOLDADOR ELECTRICO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2	NO	NO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
4	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
3	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
4	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
5	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI

SOLDADOR ELECTRICO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
6	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
7	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	SI	SI
8	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
9	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de rodamientos	Anual	Mecánica	10	NO	NO
2	Sustituir rodamientos	Anual	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
4	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
5	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
6	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
7	Verificar consumo eléctrico de equipo	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
8	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Realizar medición de gases en las proximidades del equipo	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO

SOLDADOR ELECTRICO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	SI	SI
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	20	SI	SI
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar medición de humos de combustión	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.13. Soldador TIG.

La tabla 20 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Soldador TIG.

Tabla 20. Rutina de mantenimiento Soldador TIG.

SOLDADOR TIG		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2	NO	NO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						

SOLDADOR TIG		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
4	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
3	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
4	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
5	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
6	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
7	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	SI	SI
8	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
9	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI

SOLDADOR TIG		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de rodamientos	Anual	Mecánica	10	NO	NO
2	Sustituir rodamientos	Anual	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
4	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
5	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
6	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
7	Verificar consumo eléctrico de equipo	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
8	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Realizar medición de gases en las proximidades del equipo	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	SI	SI
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI

SOLDADOR TIG		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	20	SI	SI
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar medición de humos de combustión	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.14. Soldador MIG.

La tabla 21 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Soldador MIG.

Tabla 21. Rutina de mantenimiento de Soldador MIG.

SOLDADOR MIG		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2	NO	NO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO

SOLDADOR MIG		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
3	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
4	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
5	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
6	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
7	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	SI	SI
8	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
9	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de rodamientos	Anual	Mecánica	10	NO	NO
2	Sustituir rodamientos	Anual	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						

<b>SOLDADOR MIG</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
4	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
5	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
6	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
7	Verificar consumo eléctrico de equipo	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
8	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Tecnico	10	NO	NO
2	Realizar medición de gases en las proximidades del equipo	Trimestral	Tecnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	SI	SI
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	20	SI	SI
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						

SOLDADOR MIG		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar medición de humos de combustión	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.15. Dobladora de Tubos.

La tabla 22 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Dobladora de Tubos.

Tabla 22. Rutina de mantenimiento Dobladora de Tubos.

DOBLADORA DE TUBOS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2	NO	NO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
4	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

DOBLADORA DE TUBOS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
	desmontados					
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual de soldaduras	Anual	Mecánica	60	NO	NO
4	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
7	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
9	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
10	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	SI	SI
11	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
12	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
13	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
14	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
15	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI

DOBLADORA DE TUBOS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de rodamientos	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar estado de cojinetes	Anual	Mecánica	20	NO	NO
3	Sustituir rodamientos	Anual	Mecánica	45	SI	SI
4	Sustituir cojinetes	Anual	Mecánica	45	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar consumo eléctrico de motores	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
10	Verificar buen estado de toma de tierra	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
11	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
12	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
13	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
14	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO

DOBLADORA DE TUBOS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Calibrar instrumentación	Bienal	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
2	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con las puertas abiertas	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
3	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
4	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
5	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
6	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	20	SI	SI

DOBLADORA DE TUBOS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.16. Taladro Radial.

La tabla 23 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Taladro Radial.

Tabla 23. Rutina de mantenimiento Taladro Radial.

TALADRO RADIAL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2	NO	NO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO

TALADRO RADIAL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
7	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
7	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	NO	NO
9	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	25	NO	NO
10	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	NO	NO
11	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	NO	NO

TALADRO RADIAL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
12	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	NO	NO
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de rodamientos	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
2	Sustituir rodamientos	Anual	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
4	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
5	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
6	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
7	Verificar consumo eléctrico de motores	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
8	Verificar buen estado de toma de tierra	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
10	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
11	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	10	SI	SI
8	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	10	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
3	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI

TALADRO RADIAL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
5	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
6	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Técnico	10	SI	SI
7	Realizar medición de gases en las proximidades del equipo	Trimestral	Técnico	10	SI	SI
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	30	SI	SI
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3.17. Esmeriles.

La tabla 24 muestra las rutinas generales de mantenimiento de las maquinas del taller de estructuras de aviación, Esmeriles.

**Tabla 24. Rutina de Mantenimiento Esmeriles.**

ESMERILES		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
1	Realizar inspección sensorial	Diaria	OPERACIÓN	2	NO	NO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Poner el equipo en marcha y verificar que el funcionamiento es aparentemente correcto	Mensual	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	30	NO	NO
3	Verificar maniobras de arranque y parada	Anual	Mecánica	30	NO	NO
4	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	2	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

ESMERILES		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
3	Realizar inspección visual de soldaduras	Anual	Mecánica	60	NO	NO
4	Realizar inspección visual del estado de la cimentación o bancada del equipo	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
6	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
7	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
8	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
9	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
10	Desmontar tapa trasera del motor y limpiar ventilador	Anual	Mecánica	21	SI	SI
11	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	240	SI	SI
12	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	480	SI	SI
13	Alinear ejes	Anual	Mecánica	240	SI	SI
14	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
15	Equilibrar elementos rotativos	Anual	Mecánica	480	SI	SI
<b>VERIFICACIÓN/SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS DE DESGASTE</b>						
1	Verificar estado de rodamientos	Anual	Mecánica	30	NO	NO
2	Verificar estado de cojinetes	Anual	Mecánica	20	NO	NO
3	Sustituir rodamientos	Anual	Mecánica	45	SI	SI
4	Sustituir cojinetes	Anual	Mecánica	45	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es	Anual	Eléctrica	5	SI	SI


ESMERILES		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
	preciso					
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar consumo eléctrico de motores	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
10	Verificar buen estado de toma de tierra	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
11	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
12	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
13	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	SI	SI
14	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Calibrar instrumentación	Bienal	Instrumentación	120	NO	NO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
2	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI



ESMERILES		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con las puertas abiertas	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
3	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
4	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Mecánica	10	SI	SI
5	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Mecánica	15	SI	SI
6	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza mecánica con trapos, agua, disolventes, etc.	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
6	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	20	SI	SI
7	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
8	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	60	SI	SI
<b>LUBRICACIÓN</b>						
1	Engrasar partes móviles	Mensual	Lubricación	30	SI	SI
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar análisis de vibraciones	Trimestral	Predictivo	60	NO	NO
2	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO
3	Realizar prueba de líquidos penetrantes a soldaduras	Anual	Predictivo	120	SI	SI



#### 4.4. Análisis de las 5 “s” en laboratorio de NDI.

La tabla 25 muestra la situación actual basada en el análisis de las 5 “eses”, del laboratorio de NDI.


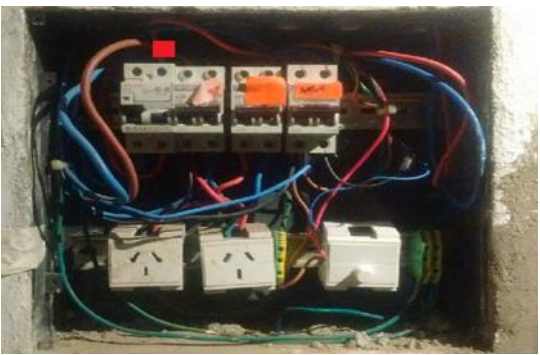
Tabla 25.Safari de las Eses.

Safari de las Eses						
Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
Organizar	En los alrededores de la máquina de análisis de aceite Spectroil se evidencian que los accesorios y consumibles para realizar las pruebas están sin organización, están dispersos en la mesa sin un objetivo.	Máquina limpia con sus protecciones funcionando y sin objetos ajenos al área de trabajo		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y con actividades que pueden hacer perder tiempo para la limpieza. <u>Kiken</u> : se pueden confundir los consumibles de trabajo al estar sin organización y provocar errores.	Señalización para aspectos de organizar. Charlas al personal involucrado, aplicación de procedimientos y listas de verificación.	Tener un área ordenada y segura para operar la máquina de análisis de aceite. Aumento de la productividad y motivación en el trabajo.

Safari de las Eses						
Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Cierta área del laboratorio de NDI, no se tiene señalización ni la cultura para hacerlo.	Que estén ordenadas y no originen un riesgo		<u>Kitanai:</u> se ve sucio y desordenado. <u>Kiken:</u> al no estar cumpliendo con la normativa de seguridad mínima puede ocasionar un accidente	Señalizaciones, y charlas de concientización, implementación de roles.	Mejor desplazamiento de los materiales y las personas, disminución de los riesgos y peligros evitando accidentes.
Ordenar	Los materiales están desordenados mezclados con otros materiales y algunos vencidos.	Respetar la ubicación según el lugar y estante adecuado.		<u>Kitanai:</u> Falta de orden de los materiales. <u>Kiken:</u> puede ocasionar un accidente o selección inadecuada de materiales.	Señalización con indicaciones, seguir procedimiento, capacitación para el personal.	Evitar errores en la selección de materiales, aumentar la productividad de la actividad.



Safari de las Eses						
Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Equipo de pruebas de NDI, desordenado y sucio, mesas con apariencia inadecuada	Mesa de trabajo ordenada y equipo en buen estado.		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado.	Personal que ordene y le de mantenimiento preventivo a las mesas de trabajo.	Tener un área ordenada y limpia para trabajar.
Limpiar	Equipo de pruebas de NDI, desordenado y sucio	Orden, limpieza y mantenimiento de mesas de trabajo.		<u>Kitanai</u> : se ve sucio y desordenado.	Personal que limpie y pinte los depósitos de herramientas y mesas de trabajo	Mejora de la motivación de los empleados, evita accidentes y enfermedades ocupacionales. Mejorar la productividad y del personal.



Safari de las Eses

Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Depósitos de herramientas fuera de lugar asignado y sucio.	Depósitos de herramientas limpios y ordenados		<p><u>Kitanai:</u> se ve sucio y desordenado y falta de mantenimiento preventivo de pintura.</p>	Personal que ubique los depósitos de herramientas, pintar deposito	Tener Laboratorio más ordenado, eficiente y que genere motivación a los aerotécnicos.
	Falta de limpieza adecuada en tomas eléctricas.	Dispositivos eléctricos limpios y con sus protectores de seguridad.		<p><u>Kitanai:</u> se ve sucio y desordenado e inseguro.</p>	Compra de pantalla protectora , aplicación de procedimientos y listas de verificación.	Tener un laboratorio seguro, limpio y con estándares de limpieza adecuados. Aumenta la seguridad del personal.

Safari de las Eses						
Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Estante desordenado, falta de estandarización	Estandarizar ubicación de cada equipo o material a almacenar en los estantes.		<u>Kiken:</u> al no estar estandarizado provoca pérdidas de tiempo y desmotivación para los aerotécnicos	Señalización con indicaciones, seguir procedimientos, capacitación para el personal.	Laboratorio estandarizado que genere fluidez en operaciones y motivación en sus empleados.
Estandarizar	Se observa equipo de limpieza en lugar que no le corresponde	Accesorios de limpieza que tienen que estar en el lugar asignado		<u>Kitanai:</u> se ve sucio y desordenado. <u>Kiken:</u> al no estar estandarizado puede ocasionar accidentes al personal al desplazarse por el área.	señalización, aplicación de procedimientos y listas de chequeo.	Laboratorio ordenado, limpio y estandarizado que genere fluidez en sus operaciones y motivación en sus empleados.

Safari de las Eses

Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
Disciplinar	Escritorio no organizado ni estandarizado	Escritorio ordenado. Disciplinar al personal en la aplicación del orden, limpieza, organización y disciplina.		Kitanai: se desordenado, falta de estandarización y disciplina.	Aplicar procedimientos y listas de verificación.	Área de trabajo que genere motivación para los empleados y realización de trabajos de una manera más eficiente.
	Se observa silla en posición no adecuada y permisos de funcionamiento no están en lugar adecuado.	Laboratorio ordenado, sillas en el lugar adecuado y certificados de funcionamiento en lugar adecuado.		Kitanai: se ve desordenado. Kiken: al no estar en el lugar adecuado puede ocasionar accidentes y pérdidas.	Charla al supervisor, aplicar procedimientos y listas de verificación.	Laboratorio y documentos ordenados

Safari de las Eses						
Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Extintores obstruidos por cajas en mal ubicación	Extintores listos para ser utilizados en todo momento.		<u>Kitanai</u> : se ve obstruido por falta de disciplina de aplicación de procedimientos de SSO. <u>Kiken</u> : al estar obstruidos impiden su uso en caso de emergencia.	Señalización y aplicación de procedimientos, charlas y listas de verificación	Área con recursos disponibles para cualquier emergencia.
Seguridad	Toma corriente sin protección.	Toma corriente con su tapa de protección.		<u>Kiken</u> : al no tener su tapa de protección puede ocasionar un accidente.	Aplicación de procedimientos y listas de verificación. Compra e instalación de pantalla protectora.	Instalaciones seguras, evitando accidentes.

Safari de las Eses						
Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
	Baños de NDI con puerta dañada, falta de agua para los servicios.	Puerta en buenas condiciones y disponibilidad de agua para servicios básicos.		<u>Kitanai:</u> se ve desordenado, falta de mantenimiento en las instalaciones. <u>Kiken:</u> Estas condiciones pueden ocasionar accidentes y enfermedades laborales.	Aplicación de procedimientos, mantenimiento en instalaciones, listas de verificación. Reparación de puerta.	Mejora el autoestima de los empleados, evita accidentes y enfermedades ocupacionales.
	El cono de seguridad no es el adecuado y está ubicado en lugar de los materiales consumibles de trabajo.	Adquisición de cono adecuados según normativas y mejor orden.		<u>Kitanai:</u> se ve desordenado. <u>Kiken:</u> un cono con falta de iluminación puede ocasionar falta de visibilidad y exposición a radiación en el personal.	Adquisición de cono normalizado, aplicación de procedimientos y listas de verificación.	El área cumplirá con la normativa de la ley 254 respecto a la señalización de extintores

Safari de las Eses						
Ese con fotos de respaldo	Situación Actual	Situación Propuesta	Apoyo Visual	Afectación de las K	Recursos Necesarios	Importancia en el Área Piloto
Medio Ambiente	Lámparas no poseen rejas de seguridad.	Lámparas con protecciones para evitar caídas y contaminaciones ambientales y riesgos físicos en los trabajadores.		<u>Kitanai</u> : Inseguridad en las actividades.	Compra de pantalla protectora, aplicación de procedimientos y listas de verificación.	Mejora de la seguridad para los empleados. Evitar accidentes.



Fuente: datos e imágenes elaboración propia.



#### 4.5. Equipo de laboratorio de NDI.



La tabla 26 muestra el detalle de equipos que se encuentran en el laboratorio de NDI.



**Tabla 26. Lista de equipo de laboratorio de NDI.**



Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
1	EQUIPO DE TUBOS DE RAYOS X		2	OPERATIVO
2	EQUIPO PRUEBAS EDDY CURRENT.		1	OPERATIVO


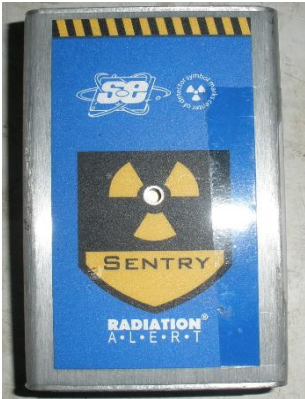
Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
3	EQUIPO PRUEBAS ULTRASONIDO		1	OPERATIVO
4	MICROSCOPIO PARA INSPECCION VISUALES		1	OPERATIVO

Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
5	MICROSCOPIO DIGITAL PARA INSPECCION VISUAL		1	OPERATIVO
6	EQUIPO DE ULTRASONIDO		1	OPERATIVO



Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.					
Nº	Tipo	Apoyo Visual		Cantidad	Condición
7	EQUIPO PARA PRUEBAS PARTICULAS MAGNETICAS			1	OPERATIVO
8	LUXOMETRO			1	OPERATIVO

Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
9	BOROSCOPIO		1	OPERATIVO
10	MEDIDOR DE ESPEORES NDT		1	OPERATIVO

Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
11	MAQUINA DE ANALISIS DE ACEITE SPECTROIL		1	OPERATIVO
12	MEDIDOR DE RADIACION		4	OPERATIVO

Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
13	DOCIMETRO MEDIDOR RADIACION PERSONA DE x		4	OPERATIVO
14	GAMMA ALARMA POR PERSONA.		4	OPERATIVO

Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
15	CAMARA TERMOGRAFICA		1	OPERATIVO
16	ANALISIS VIBRACIONES DE		1	OPERATIVO

Equipo Existente en el Laboratorio de NDI.				
Nº	Tipo	Apoyo Visual	Cantidad	Condición
17	BOROSCOPIO		1	OPERATIVO
18	ULTRASONIDO		1	OPERATIVO
<b>TOTAL:</b>			28	


Fuente: elaboración de datos e imágenes propia.



#### 4.6. Rutinas de mantenimiento de los equipos de NDI.

##### 4.6.1. Equipo de Rayos "X" Portátil.

La tabla 27 detalla las rutinas de mantenimiento autónomo del equipo de rayos "X" portátil.

Tabla 27. Rutina de mantenimiento autónomo equipo rayos X portátil.

Mantenimiento Autónomo Equipo de Rayos "X" Portátil.								
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Apoyo Visual	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Tiempo Minutos	Herramientas a utilizar	Frecuencia
1	Método de trabajo de arriba hacia abajo en limpieza equipo.	Limpieza general del tubo y tablero de rayos X.		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Capacitación sobre procedimiento de limpieza.</li> <li>-Demostración de método y procedimiento</li> <li>-Observación de tarea realizada por operador</li> <li>-Evaluación de las tareas del proceso.</li> </ul>	Equipo apagado, precaución con golpes, heridas, polvo contaminante, uso de equipo de protección personal, guantes, mascarilla, equipo de protección radiológica.	5	Paño, desengrasante, brocha, ayuda visual, aire comprimido, escoba, pala.	Diaria.

Mantenimiento Autónomo Equipo de Rayos "X" Portátil.								
No	Capacitación en trabajo.	Trabajo a Ejecutar	Apoyo Visual	Aporte de Mantenimiento	Medidas de Seguridad	Tiempo Minutos	Herramientas a utilizar	Frecuencia
2	Verificación de estado de cables y accesorios eléctricos	Inspección visual		Capacitar al personal en el método, realizar lista de chequeo.	Maquina apagada, uso de equipo de protección personal.	5	Paño, brocha, ayuda visual.	1 vez por semana.
3	Verificación de correcto funcionamiento del equipo	Realizar pruebas de encendido y apagado de tablero.		-Capacitación sobre procedimiento. -Demostración de método y procedimiento -Observación de tarea realizada por operador -Evaluación de las tareas del proceso	Uso de equipo de protección personal	5	Ayuda Visual	1 vez por semana.

Fuente: datos e imágenes elaboración propia.

La tabla 28 detalla las rutinas de mantenimiento preventivo-predictivo del equipo de rayos “X” portátil.

**Tabla 28. Rutina de mantenimiento preventivo-predictivo equipo de rayos X portátil.**

EQUIPO PORTATIL DE RAYOS "X"		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar temperaturas en puntos seleccionados.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados.	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales.	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales.	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos.	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro.	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas.	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características.	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Semestral.	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Semestral.	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Semestral.	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Semestral.	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Semestral.	Mecánica	20	SI	SI

EQUIPO PORTATIL DE RAYOS "X"		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
6	Verificar holguras de elementos	Semestral.	Mecánica	200	SI	SI
7	Realizar limpieza de piezas interiores	Semestral.	Mecánica	200	SI	SI
8	Verificar la nivelación del equipo	Semestral.	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
10	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	NO	NO
11	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
12	Verificar cuadro de maniobra.	Trimestral	Eléctrica	30	NO	NO
13	Verificar luces de cuadros	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
14	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
15	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO

EQUIPO PORTATIL DE RAYOS "X"		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la seta de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO

EQUIPO PORTATIL DE RAYOS "X"		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar medición de nivel de ruido	Mensual	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.2. Equipo Pruebas Eddy Current.

La tabla 29 detalla las rutinas de mantenimiento del equipo de Pruebas Eddy Current.

Tabla 29. Rutina de mantenimiento Equipo de Pruebas Eddy Current.

EQUIPO PRUEBAS EDDY CURRENT	FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>					

EQUIPO PRUEBAS EDDY CURRENT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales.	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar holguras de elementos	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
7	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
8	Verificar la nivelación del equipo	Trimestral	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO

EQUIPO PRUEBAS EDDY CURRENT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y bornas del equipo	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Trimestral	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
10	Medir resistencia de puesta a tierra	Trimestral	Eléctrica	15	NO	NO
11	Megar cables de alimentación del equipo	Trimestral	Eléctrica	60	SI	SI
12	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
13	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI

EQUIPO PRUEBAS EDDY CURRENT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la paro de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia	Trimestral	Limpieza técnica	15	NO	NO

EQUIPO PRUEBAS EDDY CURRENT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
	contactos					
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.3. Equipo Pruebas Ultrasonido.

La tabla 30 detalla las rutinas de mantenimiento del equipo de Pruebas Ultrasonido.

**Tabla 30. Rutina de mantenimiento Equipo Pruebas Ultrasonido.**

EQUIPO PRUEBAS ULTRASONIDO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
3	Verificar temperaturas en puntos seleccionados	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

EQUIPO PRUEBAS ULTRASONIDO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
7	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
8	Verificar holguras de elementos	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
9	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
10	Verificar la nivelación del equipo	Trimestral	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y	Anual	Eléctrica	30	SI	SI

EQUIPO PRUEBAS ULTRASONIDO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
	borneras del equipo					
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
10	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	NO	NO
11	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
12	Verificar cuadro de maniobra.	Trimestral	Eléctrica	30	NO	NO
13	Verificar luces de cuadros	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
14	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
15	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Anual	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Anual	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO

EQUIPO PRUEBAS ULTRASONIDO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento de la paro de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Anual	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Anual	Limpieza técnica	15	NO	NO
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO

EQUIPO PRUEBAS ULTRASONIDO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.4. Microscopio para Inspección Visual.

La tabla 31 detalla las rutinas de mantenimiento del microscopio para inspección visual.

Tabla 31. Rutina de mantenimiento Microscopio para Inspección Visual.

MICROSCOPIO PARA INSPECCION VISUALES		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						

<b>MICROSCOPIO PARA INSPECCION VISUALES</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
7	Verificar la ausencia de síntomas de corrosión en elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
8	Verificar holguras de elementos	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
9	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
10	Verificar la nivelación del equipo	Trimestral	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	No aplica.					
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	No aplica.					
<b>SEGURIDADES</b>						
1	No aplica.					
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO

MICROSCOPIO PARA INSPECCION VISUALES		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
6	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	No aplica.					

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.5. Microscopio digital para Inspección Visual.

La tabla 32 detalla las rutinas de mantenimiento del microscopio digital para inspección visual.

**Tabla 32. Rutina de mantenimiento Microscopio Digital para Inspección Visual.**

MICROSCOPIO DIGITAL PARA INSPECCION VISUAL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO

<b>MICROSCOPIO DIGITAL PARA INSPECCION VISUAL</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
7	Verificar la nivelación del equipo	Trimestral	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
5	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
6	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
7	Reapretar conexiones eléctricas	Trimestral	Eléctrica	15	SI	SI
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Trimestral	Eléctrica	15	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Trimestral	Eléctrica	60	SI	SI

<b>MICROSCOPIO DIGITAL PARA INSPECCION VISUAL</b>		<b>FRECUENCIA</b>	<b>ESPECIALIDAD</b>	<b>TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)</b>	<b>PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL</b>	<b>EQUIPO PARADO</b>
11	Verificar luces de cuadros	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
12	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
13	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO

MICROSCOPIO DIGITAL PARA INSPECCION VISUAL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
3	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Trimestral	Limpieza técnica	15	NO	NO
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.6. Equipo de Ultrasonido.

La tabla 33 detalla las rutinas de mantenimiento del equipo de ultrasonido.

Tabla 33. Rutina de Mantenimiento Equipo de Ultrasonido.

EQUIPO DE ULTRASONIDO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Anual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Anual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar holguras de elementos	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
7	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI

8	Verificar la nivelación del equipo	Trimestral	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
5	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
6	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
7	Reapretar conexiones eléctricas	Trimestral	Eléctrica	15	SI	SI
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Trimestral	Eléctrica	15	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Trimestral	Eléctrica	60	SI	SI
11	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
12	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI

<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento del paro de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Trimestral	Limpieza técnica	15	NO	NO
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO

<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.7. Equipo para pruebas de partículas magnéticas.

La tabla 34 detalla las rutinas de mantenimiento para el equipo para pruebas de partículas magnéticas.

**Tabla 34. Rutina de Mantenimiento Equipo para Pruebas de Partículas Magnéticas.**

EQUIPO PARA PRUEBAS PARTICULAS MAGNETICAS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON</b>						

EQUIPO PARA PRUEBAS PARTICULAS MAGNETICAS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Anual	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar holguras de elementos	Anual	Mecánica	200	SI	SI
7	Realizar limpieza de piezas interiores	Anual	Mecánica	200	SI	SI
8	Verificar la nivelación del equipo	Anual	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Anual	Eléctrica	5	SI	SI
5	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
6	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Anual	Eléctrica	30	SI	SI
7	Reapretar conexiones eléctricas	Anual	Eléctrica	15	SI	SI
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Anual	Eléctrica	15	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Anual	Eléctrica	60	SI	SI
11	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
12	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO

EQUIPO PARA PRUEBAS PARTICULAS MAGNETICAS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento del paro de	Trimestral	Técnico	10	NO	NO

EQUIPO PARA PRUEBAS PARTICULAS MAGNETICAS		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
	emergencia					
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Trimestral	Limpieza técnica	15	NO	NO
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.6.8. Luxometro.

La tabla 35 detalla las rutinas de mantenimiento para Luxometro.

Tabla 35. Rutina de mantenimiento Luxometro.

LUXOMETRO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual.	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado	Mensual.	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	No aplica.					
<b>SEGURIDADES</b>						
1	No aplica.					
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Semestrales.	Limpieza técnica	120	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Semestrales.	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	No aplica.					

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.9. Boroscopio.

La tabla 36 detalla las rutinas de mantenimiento para Boroscopio.

**Tabla 36. Rutina de mantenimiento de Boroscopio.**

BOROSCOPIO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO

BOROSCOPIO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar holguras de elementos	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
7	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
8	Verificar la nivelación del equipo	Trimestral	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
5	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
6	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
7	Reapretar conexiones eléctricas	Trimestral	Eléctrica	15	SI	SI
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Trimestral	Eléctrica	15	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Trimestral	Eléctrica	60	SI	SI
11	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
12	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO

BOROSCOPIO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
3	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						

BOROSCOPIO		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Trimestral	Limpieza técnica	15	NO	NO
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.10. Medidor de Espesores NDT.

La tabla 37 detalla las rutinas de mantenimiento para el Medidor de Espesores NDT.

Tabla 37. Rutina de mantenimiento de Medidor de Espesores de NDT.

MEDIDOR DE ESPESORES NDT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO

MEDIDOR DE ESPESORES NDT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar holguras de elementos	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
7	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
5	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI

MEDIDOR DE ESPESORES NDT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
6	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
7	Reapretar conexiones eléctricas	Trimestral	Eléctrica	15	SI	SI
8	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
9	Medir resistencia de puesta a tierra	Trimestral	Eléctrica	15	NO	NO
10	Megar cables de alimentación del equipo	Trimestral	Eléctrica	60	SI	SI
11	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
12	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Añual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO

MEDIDOR DE ESPESORES NDT		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento del paro de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
3	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Trimestral	Limpieza técnica	15	NO	NO
5	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
6	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.11. Máquina de Análisis de Aceite Spectroil.

La tabla 38 detalla las rutinas mantenimiento de la Máquina de Análisis de Aceite Spectroil.

**Tabla 38. Rutina de mantenimiento Máquina de Análisis de Aceite Spectroil**

MAQUINA DE ANALISIS DE ACEITE SPECTROIL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Verificar que no se detectan olores anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
4	Verificar señalización y cartelería de los equipos	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
5	Verificar que el equipo tiene todas sus etiquetas identificativas de peligro	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
6	Verificar correcto estado de etiquetas identificativas	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
7	Verificar el buen estado de la placa de características	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Realizar inspección visual de estado de soportes	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
3	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
4	Verificar la correcta sujeción de elementos exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO

MAQUINA DE ANALISIS DE ACEITE SPECTROIL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
5	Verificar la correcta sujeción de elementos interiores	Trimestral	Mecánica	20	SI	SI
6	Verificar holguras de elementos	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
7	Realizar limpieza de piezas interiores	Trimestral	Mecánica	200	SI	SI
8	Verificar la nivelación del equipo	Trimestral	Mecánica	30	SI	SI
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar buen estado de cables eléctricos exteriores	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
2	Verificar buen estado de cables eléctricos interiores	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
3	Comprobar buen estado de pasatapas	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
4	Verificar buen estado de bandejas de cables	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
5	Verificar conexiones eléctricas, desmontando carcasa si es preciso	Trimestral	Eléctrica	5	SI	SI
6	Realizar limpieza interior de caja de conexiones y borneras del equipo	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
7	Realizar limpieza de borneros y conexiones con limpia contactos	Trimestral	Eléctrica	30	SI	SI
8	Reapretar conexiones eléctricas	Trimestral	Eléctrica	15	SI	SI
9	Verificar buen estado de toma a tierra	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
10	Medir resistencia de puesta a tierra	Trimestral	Eléctrica	15	NO	NO
11	Megar cables de alimentación del equipo	Trimestral	Eléctrica	60	SI	SI
12	Verificar buen estado de alarmas visuales y sonoras del equipo	Trimestral	Eléctrica	10	NO	NO
13	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Verificar correcto estado de la instrumentación local	Trimestral	Instrumentación	10	NO	NO
2	Verificar correcto estado de la instrumentación con transmisión de datos al sistema de control	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
3	Verificar correcto estado de sujeción de todos los instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO

MAQUINA DE ANALISIS DE ACEITE SPECTROIL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
4	Verificar el estado de cableado de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
5	Verificar el correcto estado de conexiones de instrumentos	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
6	Verificar que el dato mostrado es aparentemente correcto	Trimestral	Instrumentación	15	NO	NO
7	Verificar correcto funcionamiento de lazos de control	Trimestral	Instrumentación	60	NO	NO
8	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	Verificar el correcto estado de la pantalla de visualización de datos	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
2	Verificar que en el sistema de control se reciben correctamente todas las señales del equipo	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que desde el sistema de control se pueden realizar correctamente todas las maniobras	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
4	Realizar verificación de lazos desde el sistema de control	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar verificación de lazos desde el control local	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
6	Verificar el correcto funcionamiento de todas las alarmas del equipo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
7	Verificar el correcto funcionamiento de todas las señales de disparo (indicar una a una)	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
<b>SEGURIDADES</b>						
1	Verificar buen funcionamiento del paro de emergencia	Trimestral	Técnico	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo no puede funcionar con cubiertas desmontadas	Trimestral	Técnico	15	NO	NO
3	Verificar que una vez quitada la protección, las partes móviles del equipo se detienen	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
4	Verificar que una vez activada una protección, es necesario rearmar las seguridades o reconocer éstas para que el equipo vuelva a estar activo	Trimestral	Técnico	30	NO	NO
5	Realizar medición de nivel de ruido	Trimestral	Técnico	10	NO	NO

MAQUINA DE ANALISIS DE ACEITE SPECTROIL		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Retirar todos los elementos ajenos al equipo	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
4	Retirar restos de reparaciones realizadas	Trimestral	Limpieza técnica	10	NO	NO
5	Realizar limpieza de contactos eléctricos con limpia contactos	Trimestral	Limpieza técnica	15	NO	NO
6	Realizar limpieza de equipos eléctricos con disolventes especiales	Trimestral	Limpieza técnica	60	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.12. Medidor de Radiación.

La tabla 39 detalla las rutinas mantenimiento del Medidor de Radiación.

**Tabla 39. Rutina de Mantenimiento Medidor de Radiación.**

MEDIDOR DE RADIACION		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO

MEDIDOR DE RADIACION		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>ELECTRICO</b>						
1	Verificar iluminación del equipo	Trimestral	Eléctrica	5	NO	NO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	No aplica.					
<b>SEGURIDADES</b>						
1	No aplica.					
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Anual	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Anual	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	Realizar termografía	Trimestral	Predictivo	30	NO	NO

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.13. Docimetro Medidor de Radiación por Persona.

La tabla 40 detalla las rutinas mantenimiento Docimetro Medidor de Radiación por Persona.

Tabla 40. Rutina de Mantenimiento Docimetro Medidor de Radiación por Persona.

DOCIMETRO MEDIDOR DE RADIAICON x PERSONA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIETO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar que el equipo, en funcionamiento normal, no tiene ruidos o vibraciones anormales	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	Realizar inspección visual de estado de pintura exterior	Trimestral	Mecánica	5	NO	NO
2	Comprobar el buen estado de carcasas exteriores	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>ELECTRICO</b>						
1	No aplica.					
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	No aplica.					
<b>SEGURIDADES</b>						
1	No aplica.					
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Semestral.	Limpieza técnica	120	NO	NO

DOCIMETRO MEDIDOR DE RADIAICON x PERSONA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
2	Realizar limpieza de la zona cercana al equipo	Semestral.	Limpieza técnica	60	NO	NO
3	Realizar limpiezas especiales	Semestral.	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
	No aplica.					

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.14. Gamma Alarma por Persona.

La tabla 41 detalla las rutinas mantenimiento de equipo Gamma Alarma por Persona.

Tabla 41. Rutina de Mantenimiento Equipo Gamma Alarma por Persona.

GAMMA ALARMA POR PERSONA.		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>ELECTRICO</b>						
1	No aplica.					

GAMMA ALARMA POR PERSONA.		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	No aplica.					
<b>CONTROL</b>						
1	No aplica.					
<b>SEGURIDADES</b>						
1	No aplica.					
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpiezas especiales	Trimestral	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	No aplica.					

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.15. Cámara Termográfica.

La tabla 42 detalla las rutinas mantenimiento de equipo Cámara Termográfica.

Tabla 42. Rutina de Mantenimiento Cámara Termográfica.

CAMARA TERMOGRAFICA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de encendido y apagado.	Mensual	Mecánica	10	NO	NO

CAMARA TERMOGRAFICA		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>ELECTRICO</b>						
1	No aplica.					
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	No aplica.					
<b>SEGURIDADES</b>						
1	No aplica.					
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
7	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						
1	No aplica.					

Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.16. Análisis de Vibraciones.

La tabla 43 detalla las rutinas mantenimiento del equipo para Análisis de Vibraciones.

Tabla 43. Rutina de Mantenimiento Equipo para Análisis de Vibraciones.

ANALISIS DE VIBRACIONES		FRECUENCIA	ESPECIALIDAD	TIEMPO ESTANDARIZADO (Minutos)	PERMISO DE TRABAJO ESPECIAL	EQUIPO PARADO
<b>OPERACIÓN</b>						
<b>VERIFICACIONES DEL CORRECTO FUNCIONAMIENTO</b>						
1	Verificar secuencias de funcionamiento	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
2	Verificar maniobras de arranque y parada	Mensual	Mecánica	10	NO	NO
<b>INSPECCIÓN VISUAL MECÁNICA SIN DESMONTAJE</b>						
1	Verificar que no tiene elementos externos sueltos o desmontados	Trimestral	Mecánica	10	NO	NO
<b>VERIFICACIONES Y TRABAJOS MECÁNICOS CON DESMONTAJE</b>						
1	No aplica.					
<b>ELECTRICO</b>						
1	No aplica.					
<b>INSTRUMENTACIÓN</b>						
1	Calibrar instrumentación CON PROVEEDOR CERTIFICADO.	Anual	Instrumentación	PROVEEDOR	SI	SI
<b>CONTROL</b>						
1	No aplica.					
<b>SEGURIDADES</b>						
1	No aplica.					
<b>LIMPIEZAS TÉCNICAS</b>						
1	Realizar limpieza exterior del equipo	Trimestral	Limpieza técnica	120	NO	NO
2	Realizar limpiezas especiales	Anual	Limpieza técnica	30	NO	NO
<b>PREDICTIVO</b>						

Fuente: elaboración propia.

#### **4.7. Propuesta de listas de chequeo para la implementación de 5 “s”.**

En las figuras del presente apartado, se muestran las propuestas de listas de chequeo para la implementación del proceso de “Verificación de las 5S” (tipo auditoría) aplicable las áreas seleccionadas, específicamente, la Auditoría de 5”S” (Clasificar, Organizar, Limpiar, Estandarizar, Disciplinar), Ambiente y Seguridad aplicada al área de oficina. Las figuras antes relacionadas presentan los formatos a utilizar en las oficinas del grupo de material de la FAS.

#### 4.7.1.Oficina.

Las Figuras 62, 63 y 64, muestran el formato propuesto para la lista de chequeo 5 S para el área de oficina.

LISTA DE CHEQUEO 5S (OFICINA)			AUDITOR _____						
			DEPARTAMENTO _____						
			Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha / /				
5S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION					
				0	1	2	3	4	
C L A S I F I C A R  (/20)	1	Archivos	Documentos no clasificados (en archivos físicos y virtuales)						
	2	Escritorios	Documentos, equipos, material gastable innecesario en tope o gavetas.						
	3	Control visual	Artículos o documentos irrelevantes pueden ser identificados a simple vista.						
	4	Estándares para descartar	Evidencia de estándares para descartar documentos y equipos.						
	5	Regla para desechar	Evidencias de normas para desechar ítems innecesarios.						
O R G A N I Z A R  (/20)	6	Rótulos lugares de almacenamiento	Rótulos de lockers y equipos permiten fácil identificación.						
	7	Etiquetas de documentos	Son los documentos fácilmente identificables y localizables.						
	8	Gavetas de escritorio	Mezcla de documentos y artículos sin afinidad de uso.						
	9	Organización de equipos y documentos	Todo tiene un lugar fijo y está siempre en su lugar.						
	10	Documentos y equipos	Ubicados según frecuencia y secuencia de uso.						
L I M P I A R  (/20)	11	Piso	Piso limpio, sin polvo, manchas, ni basura.						
	12	Polvo y sucio	Ventanas, puertas, rincones etc. libres de polvo y suciedad.						
	13	Limpieza habitual	Es evidente el uso de herramientas de limpieza.						
	14	Herramientas de limpieza	Todo tiene un lugar fijo y está siempre en su lugar.						
	15	Equipos de oficina	Archivos, computadoras, sumadoras, teléfonos, etc. sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.						

Figura 62. Lista de Chequeo 5 S Oficina A.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

LISTA DE CHEQUEO 5 S (OFICINA)			AUDITOR _____						
			DEPARTAMENTO _____						
			Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha / /				
5 S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION					
				0	1	2	3	4	
E S T A N D A R I Z A R  (/20)	16	Evidencia de sostenibilidad de 3 primeras S.	Identificar normas y recursos para mantener clasificación, organización y limpieza.						
	17	Evidencia de patrullas o auditorías de 5 S.	Ver físicamente secuencia de registros de auditorías realizadas.						
	18	Evidencia de algún tipo incentivo por avances de 5 S logrados.	Competencias departamentales, premios metálicos y no metálicos, pergaminos (por áreas).						
	19	Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5 S.	Agendas de reuniones realizadas.						
	20	Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados.	Verificar nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores.						
D I S C I P L I N A R  (/20)	21	Regulaciones y normas	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.						
	22	Interacción entre compañeros.	¿Hay una atmósfera laboral agradable?, ¿Se tratan las personas con respeto y cortesía?						
	23	Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.	¿Hacen todos esfuerzo por ser puntuales?						
	24	Equipos de oficina	Regularmente dejan encendidas, sumadoras, computadoras, luces, etc.						
	25	Comer, beber, fumar	En áreas no destinadas a tales fines.						

Figura 63. Lista de Chequeo 5 S Oficina B.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

<b>OFICINA</b> <b>LISTA DE CHEQUEO</b> <b>AMBIENTE Y SEGURIDAD</b> <b>(Adicional a las 5" S"</b>			AUDITOR _____			
			DEPARTAMENTO _____			
			Calificación (Actual) /100	Calificación (Anterior) /100	Fecha	
		/	/			
1	Pisos	Está el piso limpio y sin basura.				
2	Máquinas	Se mantienen las máquinas limpias.				
3	Limpieza y chequeo	Hay estándares claros para eliminar excesos.				
4	Responsabilidad de limpieza	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza.				
5	Máquinas, equipos, moldes, herramientas	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.				
6	Regulaciones y normas	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.				
7	Comer, beber, fumar	En áreas no destinadas a tales fines.				
8	Seguridad y Salud ocupacional	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.				
9	Ambiente, externo e interno	Todas las regulaciones				

Figura 64. Lista de Chequeo 5 S Oficina, Ambiente y Seguridad.  
Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000).  
Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

#### 4.7.2. Gerencia de Producción/Comandantes.

Las Figuras 65, 66 y 67, muestran el formato propuesto para la lista de chequeo 5 S para la Gerencia de Producción.

LISTA DE CHEQUEO 5 S (GERENCIA DE PRODUCCION)			AUDITOR _____					
			DEPARTAMENTO _____					
			Calificación (Actual) /100	Calificación (Anterior) /100	Fecha			
						/ /		
5 S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION				
				0	1	2	3	4
C L A S I F I C A R (/20)	1	Materiales y partes	Existencias y trabajo en proceso innecesarios.					
	2	Máquinas y equipos	Todas las máquinas y partes de equipos están regularmente en uso.					
	3	Herramientas, moldes y plantillas.	Todas las herramientas de ajustes, cortes, moldes, etc., están regularmente en uso.					
	4	Control visual	Todo lo que es innecesario en el área de trabajo, se puede distinguir a simple vista.					
	5	Estándares para descartar artículos	Hay estándares claros para eliminar excesos.					
O R G A N I Z A R (/20)	6	Rótulos áreas de almacenamiento	Rótulos que identifican todas las áreas de almacenamiento.					
	7	Rótulos en tramerías, y artículos almacenados	Todas las tramerías, anaqueles y artículos almacenados están claramente rotulados.					
	8	Indicadores de cantidad	Hay claras indicaciones de stocks máximos y mínimos.					
	9	Líneas de señalización	Están las áreas señalizadas mediante líneas divisorias blancas en los pisos.					
	10	Instrumentos y herramientas	Instrumentos y herramientas están organizadas, de modo que facilite su localización y retorno.					
L I M P I A R (/20)	11	Pisos	Está el piso limpio y sin basura.					
	12	Máquinas	Se mantienen las máquinas limpias.					
	13	Limpieza y chequeo	Limpieza e inspección de mantenimiento son conceptos indistintos.					
	14	Responsabilidad de limpieza	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza.					
	15	Máquinas, equipos, moldes, herramientas	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.					

Figura 65. Lista de Chequeo 5 S Gerencia de Producción A.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

LISTA DE CHEQUEO 5S (GERENCIA DE PRODUCCION)		AUDITOR _____						
		DEPARTAMENTO _____						
		Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha / /				
5 S	No.	ITEM A EVALUAR	CRITERIO DE EVALUACION	CALIFICACION				
				0	1	2	3	4
E S T A N D A R I Z A R  (/20)	16	Evidencia de sostenibilidad de 3 primeras S.	Identificar normas y recursos para mantener clasificación, organización y limpieza.					
	17	Evidencia de patrullas o auditorias de 5 S.	Ver físicamente secuencia de registros de auditorias realizadas.					
	18	Evidencia de algún tipo incentivo por avances de 5 S logrados.	Competencias departamentales, premios metálicos y no metálicos, pergaminos (por áreas).					
	19	Evidencias de reuniones de seguimiento para tratar asuntos relativos al avance del proceso 5 S.	Agendas de reuniones realizadas.					
	20	Evidencias de compromiso de alta gerencia y los demás involucrados.	Verificar nivel de involucramiento y compromiso de alta gerencia y el resto de los colaboradores.					
D I S C I P L I N A R  (/20)	21	Regulaciones y normas	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.					
	22	Interacción entre compañeros.	¿Hay una atmósfera laboral agradable?, ¿Se tratan las personas con respeto y cortesía?					
	23	Horarios de comidas, reuniones, eventos, etc.	¿Hacen todos esfuerzo por ser puntuales?					
	24	Equipos de oficina	Regularmente dejan encendidas, sumadoras, computadoras, luces, etc.					
	25	Comer, beber, fumar	En áreas no destinadas a tales fines.					

Figura 66. Lista de Chequeo 5 S Gerencia de Producción B.  
Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

(GERENCIA DE PRODUCCION) <b>LISTA DE CHEQUEO</b> AMBIENTE Y SEGURIDAD (Adicional a las 5" S"			AUDITOR _____				
			DEPARTAMENTO _____				
			Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha / /		
	1	Pisos	Está el piso limpio y sin basura.				
	2	Máquinas	Se mantienen las máquinas limpias.				
	3	Limpieza y chequeo	Hay estándares claros para eliminar excesos.				
	4	Responsabilidad de limpieza	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza.				
	5	Máquinas, equipos, moldes, herramientas	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.				
	6	Regulaciones y normas	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.				
	7	Comer, beber, fumar	En áreas no destinadas a tales fines.				
	8	Seguridad y Salud ocupacional	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.				
	9	Ambiente, externo e interno	Todas las regulaciones				

Figura 67. Lista de Chequeo 5 S Gerencia de Producción, Ambiente y Seguridad.  
Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000).  
Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

#### 4.7.1. Talleres.

Las Figuras de la 68 a 74, muestran el formato propuesto para la lista de chequeo 5 S para seguimiento; autoevaluación aplicada por personal de las áreas de taller.

TALLERES LISTA DE CHEQUEO 5S LIMPIEZA			AUDITOR _____ DEPARTAMENTO _____ FECHA _____		
ITEM	No.	PUNTOS DE CHEQUEO	SI	NO	ACCION CORRECTIVA (Incluir fecha limite)
E X I S T E N C I A S	1	¿Ha sido removido el polvo y el sucio de partes y materiales?			
	2	¿El oxido que aparece después de los procesos de corte o pulido, ha sido removido?			
	3	¿Ha sido removido todo el sucio de las tramarias y anaqueles de los almacenes?			
	4	¿Ha sido removido el sucio de las áreas de trabajo en proceso?			
	5	¿Ha sido removido el sucio de las plataformas de transferencia (pallets), para materia prima, producto en proceso o terminado?			
E Q U I P O S	6	¿Polvo y aceite ha sido removido de máquinas, equipos y sus alrededores?			
	7	¿Ha sido el polvo, hollin y sucio grasoso removido de las máquinas?			
	8	¿Ha sido removido de las máquinas y sus alrededores, equipos y paneles de controles todo sucio aceitoso y huellas de sucio?			
	9	¿Ha sido removido el sucio de los manómetros y visores de aceite?			
	10	¿Son desarmados los equipos de protección personal para eliminar suciedad interna de los mismos?			
	11	¿Ha sido removido todo el polvo, sucio grasoso, etc. de los ductos de aire y de cables?			
	12	¿Ha sido removido todo el polvo, sucio grasoso, etc. de los interruptores?			

Figura 68. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Limpieza A.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

TALLERES LISTA DE CHEQUEO 5S LIMPIEZA			AUDITOR _____ DEPARTAMENTO _____ FECHA _____		
ITEM	No.	PUNTOS DE CHEQUEO	SI	NO	ACCION CORRECTIVA (Incluir fecha limite)
E Q U I P O S	13	¿Ha sido removido el polvo y sucio pegado en las lámparas?			
	14	¿Ha sido removido el hollín y sucio grasoso de los rincones y pequeñas aberturas?			
	15	¿Ha sido removido el sucio grasoso de herramientas, jigs, moldes, instrumentos de corte, etc.?			
	16	¿Ha sido removido el sucio de las herramientas de medición?			

Figura 69. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Limpieza B.  
Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 “s”, Adaptado de Irano, H. (2000).  
Putting 5 “s” to Work (Poniendo las 5 “s” en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

TALLERES LISTA DE CHEQUEO 5S ESTANDARIZAR		AUDITOR _____		
		DEPARTAMENTO _____		
		FECHA _____		
No.	PUNTOS DE CHEQUEO	SI	NO	ACCION CORRECTIVA (Incluir fecha límite)
1	¿Están en operación las (3) claves de la organización en almacén de productos terminados?			
2	¿Están en operación las (3) claves para repuestos y materiales?			
3	¿Se pueden distinguir a simple vista artículos innecesarios en la fábrica?			
4	¿Están efectivamente demarcadas las áreas en los pisos de la fábrica?			
5	¿Son correctos los colores de las líneas de los pisos?			
6	¿Están en operación las (3) claves de la organización para plantillas y herramientas?			
7	¿Está limpio el piso del área de trabajo?			
8	¿Están las máquinas limpias?			
9	¿Actúan las personas con apego a las reglas?			

Figura 70. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Estandarizar.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 “s”, Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 “s” to Work (Poniendo las 5 “s” en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

<b>TALLERES</b> <b>LISTA DE CHEQUEO 5 S</b> <b>CLASIFICAR</b> <b>ORGANIZAR</b> <b>DISCIPLINAR</b>			AUDITOR _____ DEPARTAMENTO _____ PROCESO _____ FECHA _____		
ITEM	No.	PUNTOS DE CHEQUEO	SI	NO	ACCION CORRECTIVA (Incluir fecha limite)
<b>E X I S T E N C I A S</b>	1	¿Hay signos de las (3) claves de la organización en las áreas de almacenamiento?			
	2	¿Se pueden ver indicadores de cantidad a simple vista?			
	3	¿Están los artículos correctamente estibados (vertical, horizontal y paralelamente), así como en ángulo recto?			
	4	¿Se usa almacenamiento tridimensional para mejor uso del espacio?			
	5	¿Se está usando el sistema PEPS/ RFO?			
	6	¿Están las áreas libres de artículos almacenados directamente sobre el piso?			
	7	¿Hay un lugar designado para almacenar artículos defectuosos?			
	8	¿Tiene rótulo de identificación el área para artículos defectuosos?			
	9	¿Se pueden ver los artículos defectuosos a simple vista?			
	10	¿Hay área para almacenamiento de jigs, herramientas, etc.?			

Figura 71. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Clasificar, Organizar, Disciplinar - Existencias.  
 Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 “s”, Adaptado de Irano, H. (2000).  
 Putting 5 “s” to Work (Poniendo las 5 “s” en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

<b>TALLERES</b> <b>LISTA DE CHEQUEO 5 S</b> <b>CLASIFICAR</b> <b>ORGANIZAR</b> <b>DISCIPLINAR</b>			AUDITOR _____ DEPARTAMENTO _____ PROCESO _____ FECHA _____		
ITEM	No.	PUNTOS DE CHEQUEO	SI	NO	ACCION CORRECTIVA (Incluir fecha limite)
H E R R A M I E N T A S	11	¿Hay evidencias visibles de la aplicación de las 3 claves de la organización en todas las áreas de almacenamiento?			
	12	¿Están las herramientas de uso frecuente cerca del lugar de uso?			
	13	¿Se pueden identificar fácilmente artículos almacenados en lugares equivocados?			
H E R R A M I E N T A S	14	¿Es corregido inmediatamente el almacenamiento incorrecto?			
	15	¿Se aplica medida para identificar equivalencia de herramientas, a fin de reducir el inventario de ellas?			
	16	¿La organización actual facilita el retorno de las herramientas a su lugar de origen?			
	17	¿Están los artículos de uso regular cerca del lugar de uso?			
	18	¿Están las herramientas de uso regular cerca del operador?			
	19	¿Es eficientemente usado el sistema de almacenamiento colgante?			
	20	¿Se utilizan figuras y siluetas para facilitar la organización de herramientas?			
	21	¿Se utiliza código de colores para facilitar la organización?			
	22	¿Están los artículos de uso frecuente almacenados a altura que no requieran inclinarse para tomarlos?			
	23	¿Están las herramientas de uso no regular almacenadas en áreas para uso común?			
	24	¿Se aplican medidas para evitar fricción o impactos entre las herramientas de corte?			

Figura 72. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Clasificar, Organizar, Disciplinar - Herramientas.  
Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000).  
Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

<b>TALLERES</b> <b>LISTA DE CHEQUEO 5 S</b> <b>CLASIFICAR</b> <b>ORGANIZAR</b> <b>DISCIPLINAR</b>			AUDITOR _____ DEPARTAMENTO _____ PROCESO _____ FECHA _____		
ITEM	No.	PUNTOS DE CHEQUEO	SI	NO	ACCION CORRECTIVA (Incluir fecha limite)
H E R R A M I E N T A S  D E  M E D I C I O N	25	¿Se mantiene el polvo y suciedad fuera de las facilidades de almacenamiento?			
	26	¿Están aplicadas las (3) claves de la organización en las áreas de almacenamiento?			
	27	¿Están las fechas límites para reemplazo claramente establecidas?			
	28	¿Están los goniómetros, micrómetros, pie de rey y otras herramientas de medición guardadas en lugares libres de vibraciones?			
	29	¿Se aplica algún material o mecanismo para absorber vibraciones, de modo que no afecten las herramientas de medición?			
	30	¿Se guardan en forma colgante, instrumentos tales como: reglas, escuadras y afines, para evitar deformaciones de los mismos?			
A C E I T E S	31	¿Están los almacenamientos de lubricantes, tambores, etc., así como, sistemas de puntos de lubricación, organizados por colores?			
	32	¿Tienen los lubricantes un lugar y color de identificación definidos?			
	33	¿Están las (3) claves de la organización aplicadas a las áreas de almacenamiento de lubricantes?			

Figura 73. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Clasificar, Organizar, Disciplinar - Herramientas de Medición y Aceites.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

TALLERES LISTA DE CHEQUEO AMBIENTE Y SEGURIDAD (Adicional a las 5" S"			AUDITOR _____			
			DEPARTAMENTO _____			
			Calificación (Actual) _____/100	Calificación (Anterior) _____/100	Fecha / /	
1	Pisos	Está el piso limpio y sin basura.				
	Máquinas	Se mantienen las máquinas limpias.				
	Limpieza y chequeo	Hay estándares claros para eliminar excesos.				
	Responsabilidad de limpieza	Hay rotación o sistema de turnos para la limpieza.				
	Máquinas, equipos, moldes, herramientas	Sin polvo, grasa, ningún otro tipo de suciedad.				
6	Regulaciones y normas	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.				
	Comer, beber, fumar	En áreas no destinadas a tales fines.				
8	Seguridad y Salud ocupacional	Todas las regulaciones y normas son estrictamente observadas.				
	Ambiente, externo e interno	Todas las regulaciones				

Figura 74. Lista de Chequeo 5 S Talleres, Ambiente y Seguridad.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

#### 4.7.2. Representación gráfica de resultados de auditorías de 5 "S".

La Figura 75 presenta el formato propuesto para la representación gráfica de los datos resultantes de la auditoría de las 5 "s" en el grupo de material de la FAS.

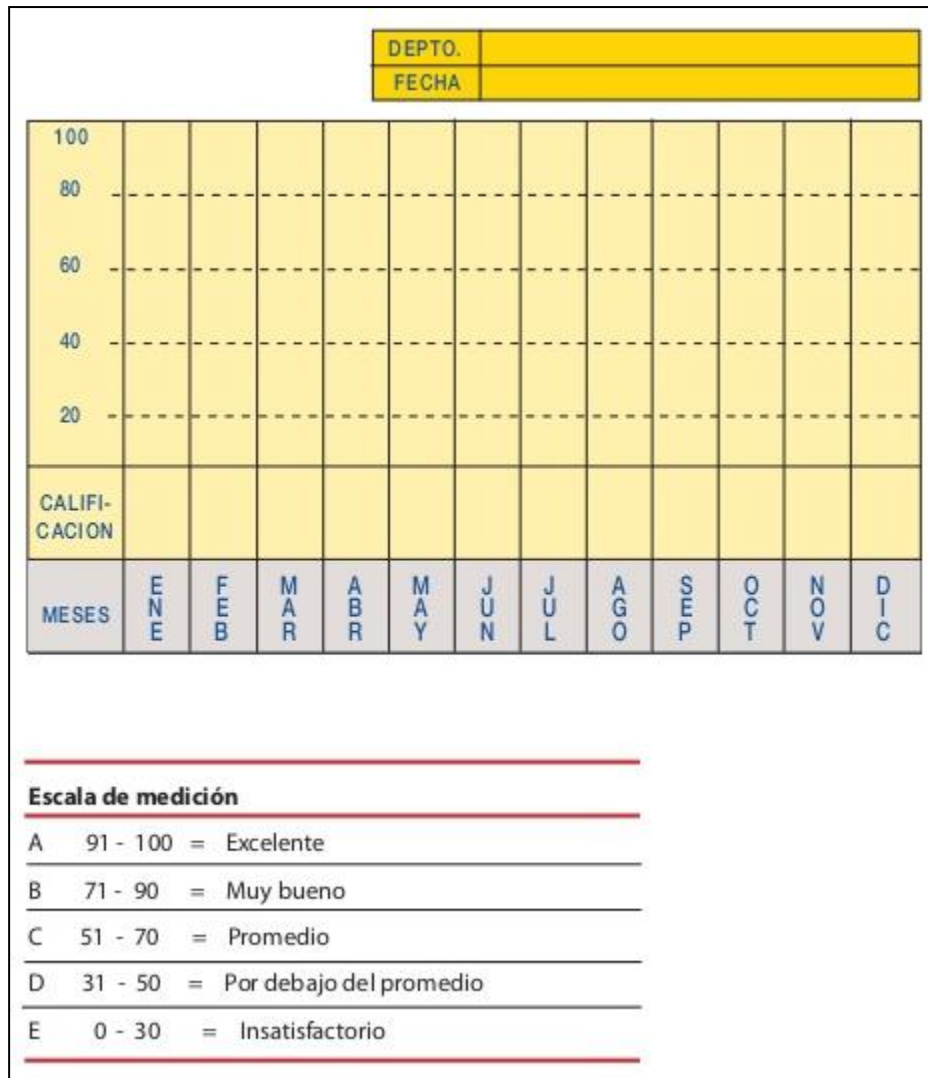


Figura 75. Formato propuesto para representación gráfica de los datos resultantes de la auditora.  
Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 “s”, Adaptado de Irano, H. (2000).  
Putting 5 “s” to Work (Poniendo las 5 “s” en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

### 4.7.3. Modelo de Slogans 5 “S”

Las Figuras 76 y 77 presentan los formatos propuestos para las auditorias de “Slogan” para la implementación de las 5 “s”.

CLASIFICACION	Nº.	SLOGANS	COMENTARIOS
NECESIDAD DE 5 S	1	“No solo prepare el cambio, cambie la forma de preparar el cambio”	Crear una atmósfera de apertura para el cambio.
	2	CERO DEFECTOS: primero disciplina, luego prevención de errores.	La disciplina es determinante para lograr buenos resultados en la gestión del mejoramiento.
	3	Mientras más desperdicio, mayor costo.	Reducción de costos, a través de eliminación de todo lo que no añade valor en las áreas.
	4	La seguridad salva vidas, la limpieza es seguridad.	La limpieza dentro del programa de las 5 S es un elemento importante en la gestión de la seguridad.
5 S EN GENERAL	5	¿Realmente lo necesitas?	El mejoramiento de la eficiencia comienza con la organización.
	6	Organizar es estandarizar el almacenamiento.	La buena organización elimina el tiempo gastado en buscar elementos necesarios para las actividades.
	7	Primero que todo limpiemos.	La limpieza es la base del mejoramiento de la calidad.
	8	Que sobreviva lo más limpio.	La estandarización promueve el entusiasmo y un sentimiento de “yo puedo hacer”
CLASIFICAR	9	Un saludo cortés es una buena forma de comenzar a promover la disciplina.	Las 5 S comienzan y terminan con disciplina.
	10	La tarjeta roja es un medio para exhibir lo innecesario.	La tarjeta roja es una táctica de organización visual.
	11	Como un toro frente al color rojo.	Promover reacción de respuesta a todo lo que tenga etiqueta roja.
	12	¿Lo necesitamos o no lo necesitamos?	Los estándares para artículos innecesarios deben ser claros.
	13	Continúe, sea el campeón de la tarjeta roja.	Aplique tarjeta roja a todo lo que la necesite.
ORGANIZAR	14	Buena organización significa, fácil de localizar.	Clarificar dónde, qué y cuándo?
	15	Lo que usa mucho, téngalo a mano.	Clarifique: dónde, qué, cómo?
	16	¿Qué ubicación, para qué componente?	Una ubicación indica una dirección exacta
	17	Más disciplina, menos desorden.	La buena organización viene del hábito.
	18	¡Etiquételo!	Ponga rótulos y etiquetas en procesos y máquinas.

Figura 76. Formato auditorio de "Slogan" A.

Fuente: Manual para la implementación sostenible de las 5 “s”, Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 “s” to Work (Poniendo las 5 “s” en acción). Japón: PHP Institute, Inc.

CLASIFICACION	No.	SLOGANS	COMENTARIOS
O R G A N I Z A R	19	PEPS, la única manera de avanzar.	Reglas básicas de PEPS ( primero en entrar, primero en salir)
	20	Recuerde, las cosas deben ser reubicadas.	Decida dónde colocar, para mejorar la eficiencia en desplazamientos.
	21	Mantenga la línea en mente.	Es fácil localizar piezas, si están almacenadas por productos.
	22	Un lugar por defecto, un lugar por producto.	Establezca un lugar para productos que cumplen con especificaciones y para los defectuosos.
	23	¡Retórnelos!	Asegúrese que las herramientas y equipos siempre sean retornadas.
	24	¿Demasiadas herramientas?	¿Es posible eliminar algunos gigs y herramientas?
	25	Menos herramientas, menos problemas.	Hacia un uso consolidado de las herramientas.
	26	Hacer alistamiento (set-up), sin desplazarse.	Los lugares de almacenamiento de herramientas deben estar cerca del lugar de uso.
	27	Ubique la silueta o forma correcta.	Organización por silueta o forma.
	28	¿Tiene usted que mirar?	Retorno de equipos o herramientas, sin necesidad de mirar o buscar
	29	Herramienta de corte con filo defectuoso, producto defectuoso.	Almacenar herramientas de corte separadas
	30	El procedimiento es el standard	Los estándares deben ser incorporados a los actuales procedimientos de trabajo.
L E D I M P I D P A R A L I N Z A R	31	Constantes averías, limpieza inadecuada.	Limpieza es inspección de mantenimiento.
	32	Sucio en el piso significa, defectos en abundancia.	La mayoría de los problemas en las fábricas se reflejan en el piso.
	33	Tener todo siempre limpio, es mejor que siempre estar limpiando.	Enfocarse en la eliminación de la suciedad en la fuente.
	34	El compromiso es la pega que mantiene las 5 S unidas.	Quien cuida es una frase tabú en el lugar de trabajo.

Figura 77. Formato auditorio de "Slogan" B.  
Manual para la implementación sostenible de las 5 "s", Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 "s" to Work (Poniendo las 5 "s" en acción). Japón: PHP Institute, Inc.



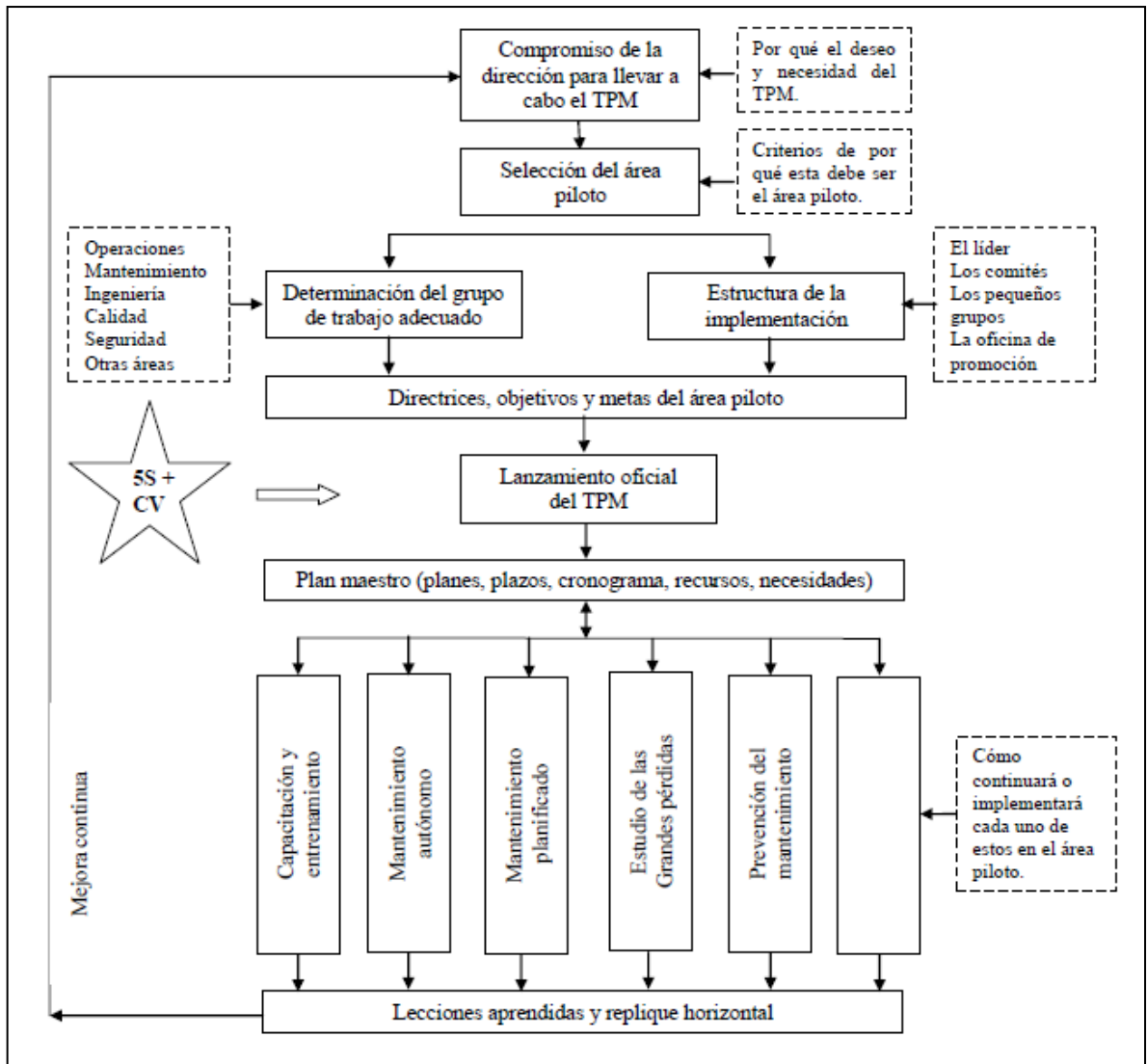


Figura 79. Modelo de planificación de implementación del mantenimiento autónomo.  
 Fuente: TPM Mantenimiento productivo total Orientaciones para su implementación, Julio Carbajal Brenes. Costa Rica. 2014

#### 4.7.6. Determinación del grupo de trabajo adecuado.

La organización de recurso humano y estructura para la implementación del mantenimiento autónomo está conformada por las siguientes áreas:

- 1) Operaciones
- 2) Mantenimiento
- 3) Ingeniería

- 4) Sistema de Seguridad Operacional (SMS )
- 5) Taller de Estructuras de Aviación.
- 6) Laboratorio de NDI.

#### **Estructura de la implementación.**

La estructura de implementación está conformado así:

- 1) Líder: Planificación
- 2) Comandantes jefes de áreas involucradas.
- 3) Especialistas de área
- 4) Técnicos de Mantenimiento como capacitadores de operadores.

#### **4.7.7. Directrices, Objetivos y Metas para las áreas piloto.**

##### **Directrices.**

Las directrices de implementación son las siguientes:

- 1) Implementar mantenimiento autónomo como parte del TPM en toda el área de Estructuras de Aviación y NDI.
- 2) Generar una cultura de mantenimiento autónomo como parte del TPM en el área de Estructuras de Aviación y NDI.

##### **Objetivos.**

Los objetivos son los siguientes:

- 1) Cumplir a cabalidad con las 5 s.
- 2) Tener control visual completo.
- 3) Comprometer a toda la estructura para lograr la implementación.
- 4) Implementar Mantenimientos Preventivos y Autónomos.

## **Metas.**

Las metas de las áreas piloto son las siguientes:

- 1) Implementar mantenimiento autónomo como parte del TPM en toda el área de estructuras de Aviación y laboratorio de NDI. en 20 Semanas.
- 2) Generar una cultura de mantenimiento autónomo como parte inicial del TPM en las áreas pilotos de Estructuras de Aviación y laboratorio de NDI.

### **4.7.8.Lanzamiento Oficial del mantenimiento autónomo como parte del TPM.**

El programa para el evento de lanzamiento del mantenimiento estará dado de la siguiente forma:

- 1) Reunión con todos los comandantes jefes involucrados en las áreas de interés.
- 2) Creación de una planificación de implementación.
  - a) Creación de actividades Autónomas (Mantenimiento Autónomo).
  - b) Capacitaciones – Formación de Aerotécnicos.
  - c) Mantenimiento: Creación Procedimientos.
  - d) Creación y Ordenamiento de Mantenimiento Preventivo.
- 3) Creación de un Plan Piloto – Área de Estructuras de Aviación y Laboratorio de NDI.
- 4) Análisis.

### **4.7.9.Plan de implementación de Mantenimiento.**

La Figura 80 presenta el cronograma propuesto para el plan de implementación del mantenimiento en el taller de estructuras y laboratorio de NDI.

Plan de implementación de Mantenimiento Autónomo en Taller de Estructuras y NDI.																													
N	Encargado	Recursos	Tiempo	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	
1	Analisis previo de las areas piloto, calculo de indicadores de mantenimiento.	Grupo Formado por: -Mantenimiento -Ingeniería -Seguridad -Área de Estructuras de aviacion y NDI. Equipo UDB/UCA	-Datos -MS Excel, Input de las diferentes areas	2 sem	■	■																							
2	Creacion de un Plan	Grupo Formado por: -Aerotecnicos, supervisores -Lider de Implementacion -Personal de Mant. -RRHH, Equipo UDB/UCA	Input de las diferentes areas Excel, Datos.	4 sem	■	■	■	■																					
3	Analisis de la situacion actual, levantamiento de rutinas de mantenimiento autonomo, elaboracion del Manual de Mantenimiento.	Grupo Formado por: Aerotecnicos, Super visores, Equipo UDB/UCA -Lider de Implementacion -Personal de Mant.	-Software de Mant, input de las diferentes areas -Laptop, Datos, excel. -Reuniones	16 sem Previas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
4	Revision de los Procedimientos de Mant. Autonomo y Preventivo	-Especialistas de Mant.	-Software de Mant -Laptop -Reuniones	1 sem																	■								
5	Gestion e implementacion del Mant. Autonomo y Preventivo	-Personal de Mant.	-Software de Mant -Laptop -Reuniones -Respuestos -Herramientas	2 sem																	■	■							
6	Capacitacion a los aerotecnicos	-Especialistas de Mant.	-Sala de reuniones -MS PPT -Visuales	3 sem																		■	■	■					
7	Evaluacion y Acreditacion a aerotecnicos en Mantenimiento Autonomo	Grupo Formado por: -Recursos Humanos -Lider de Implementacion -Personal de Mant.	-Pruebas -Respuestos -Herramientas	3 sem																					■	■	■		
8	Seguimiento de la situacion y calculo de indicadores de mantenimiento y comparacion respecto a los indicadores iniciales.	-Lider de Implementacion	-Datos -MS Excel	Durante Vida Util																								■	

Figura 80. Plan de implementación.  
Fuente: elaboración propia.

#### 4.7.10. Capacitaciones y entrenamientos.

A continuación se presentan las capacitaciones y entrenamientos propuestas para el personal de las áreas piloto del grupo de material de la FAS.

- 1) Capacitaciones impartidas por personal de mantenimiento a los operadores de las maquinas herramientas y equipos de NDI, así como también, capacitación a todo el personal sobre las políticas para la gestión de mantenimiento propuestas, las cuales se detallan en el Anexo 2.
- 2) Capacitación sobre procedimiento de engrase y lubricación.
- 3) Capacitación sobre uso de engrasadora y aceitadora.
- 4) Capacitación de tipos de grasas y aceites a utilizar.
- 5) Entrenamiento teórico y práctico del cambio de grasas y aceites.
- 6) Capacitación sobre el uso de instrumentos para pruebas termográficas, análisis de vibraciones y multímetro.

- 7) Capacitación sobre la selección, uso y mantenimiento de la herramienta de corte “Fresa”.
- 8) Definición teórica de parámetros mínimos y máximos de velocidades de la herramienta de corte.
- 9) Capacitación sobre el uso de controlador y seteo.
- 10) Capacitación de parámetros a evaluar
- 11) Capacitación del sistema interno de la máquina fresadora.

#### **4.7.11. Lecciones aprendidas.**

Como parte de la mejora continua del proceso de implementación se propone que constantemente se tomen en consideración los aspectos que se citan a continuación.

- 1) Contar desde el principio con las herramientas adecuadas.
- 2) Contar desde el principio con los insumos adecuados.
- 3) Capacitar y entrenar a pequeños grupos para que sea más personalizado el aprendizaje.
- 4) Más involucramiento de los comandantes de mantenimiento.
- 5) Tener indicadores de medición, es importante para tomar estrategias de mantenimiento.
- 6) Es necesario la asignación de un mejor presupuesto para mantenimiento en la FAS.
- 7) Contar con procedimientos adecuados en las áreas y manuales de máquinas facilitaría las actividades.

## CONCLUSIONES

- 1) Es importante la alineación de objetivos a todo nivel de la FAS para lograr la integración y correcta gestión de la unidad de mantenimiento y el mantenimiento autónomo como parte del TPM es una herramienta importante para lograrlo.
- 2) La operatividad del proceso productivo depende directamente de las condiciones en las que se encuentren los equipos que intervienen en él, por lo tanto, este manual está orientado a establecer espacios de mejoramiento basados en un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo como lo es el mantenimiento autónomo y el mantenimiento programado como parte del TPM.
- 3) Fue necesario establecer un área de estudio piloto que fue Estructuras de aviación y el laboratorio de NDI y dentro de esas áreas cada una de las máquinas, esto nos ayudara de prueba piloto para poder multiplicarlo a todas las maquinas e instalaciones de la FAS, que sirven para generar el mantenimiento de las diferentes aeronaves de ala fija y ala rotativa.
- 4) Es necesario actualizar con información el módulo de mantenimiento programado y mantenimiento autónomo al Software de Mantenimiento de la FAS para especificar los mantenimientos autónomos para cada máquina, para los registros de todos los equipos que dan mantenimiento a las aeronaves .El no tener un planificación, programación y ejecución del mantenimiento para estos equipos hace que la institución actúe resolviendo averías o desperfectos en todos los equipos de la FAS, y realizando ciertas tareas de mantenimiento no programadas, y el recurso de aerotécnicos es más elevado.
- 5) Las actividades relacionadas con 5 S, ayudas visuales, mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, correctivo y todo lo que involucra el mantenimiento, es necesario que la parte alta de la organización adquiera conciencia y genere un cambio en la forma como se realiza el mantenimiento, sus ciclos de vida tanto de las instalaciones como de la maquinaria y las aeronaves.

- 6) Es necesario que se tome la importancia de los KPI's de tiempo y costo; ya que esto les servirá para poder solicitar un monto más real del presupuesto que el Ministerio de la Defensa y el Gobierno Central otorga a este escalón aéreo en concepto de mantenimiento.
- 7) Debido a los años de fabricación de las aeronaves y equipos de los talleres de mantenimiento de la FAS, su ciclo de vida, su costo en mantenimiento y operatividad, así como el número de accidentes ocurridos a través del tiempo por problemas mecánicos en un porcentaje considerable es necesario la renovación de gran parte de las aeronaves de la FAS, así como también de la maquinaria que se utilizar para dar dicho mantenimiento.
- 8) El personal de oficiales y sub-oficiales de la Fuerza Aérea Salvadoreña recibe cursos de asenso para el grado militar inmediato, estos duran 6 meses y se imparten materias orientadas a su especialidad respectiva lo que puede hacer factible la implementación de las 5 "S" y el mantenimiento autónomo como parte del TPM.
- 9) El personal con que cuenta la institución en su mayoría son Aero-técnicos que ya cuentan con experiencia adquirida por el tiempo que llevan laborando en la institución y una cultura poco enfocada en productividad, esto hace dificultoso al momento de implementar los sistemas de gestión diseñados para esta área como 5-S, Mantenimiento Autónomo, etc.

## **BIBLIOGRAFÍA**

A continuación se citan los recursos bibliográficos y fuentes de referencias consultados para la elaboración del manual de mantenimiento.

1. TPM Mantenimiento productivo total Orientaciones para su implementación, Julio Carbajal Brenes. Costa Rica. 2014.
2. TPM - TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE Por Santiago García Garrido. 2016
3. Aprender a investigar, métodos de trabajo para la redacción de tesis doctorales. Alcina Franch, José 1994
4. Elaborar y presentar trabajos fin de grado master y tesis doctorales. Romero Flor, Luis María, 2013.
5. Nakajima S. Introducción al TPM. Oregón: Productivity Press, 1993.
6. Alten, F. Fundamentals of structural integrity: damage tolerant design and nondestructive evaluation, Hoboken, USA 2003.
7. Técnicas de Mantenimiento Industrial, por Juan Díaz Navarro, 2004, Editorial Calpe Institute Technology, España.
8. Manual para la implementación sostenible de las 5 “s”, Adaptado de Irano, H. (2000). Putting 5 “s” to Work (Poniendo las 5 “s” en acción). Japón: PHP Institute, Inc.
9. Manual de la Organización de Mantenimiento (MOM), Fuerza Aérea Salvadoreña, Septiembre 2016.
10. Manual de Procedimiento Logístico para el Abastecimiento y Mantenimiento Aeronáutico, Centro de Educación e Instrucción Militar Aeronáutico, 2004.

### **Direcciones Electrónicas**

1. <http://www.renovetec.com>
2. <https://www.fuerzaarmada.mil.sv>
3. <http://www.fas.gob.sv>
4. [https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza\\_Aérea\\_Salvadoreña](https://es.wikipedia.org/wiki/Fuerza_Aérea_Salvadoreña)

## **ANEXOS**

**ANEXO 1:** Gráficos de cuestionario realizado a personal de mantenimiento.

**ANEXO 2:** Propuesta de políticas para la gestión de mantenimiento en Fuerza Aérea Salvadoreña.

.