



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LA MAQUINARIA EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA ECUATRAN S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.”

AUTOR: Franklin Bladimir Quisintuña Chimborazo

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui

AMBATO – ECUADOR

Marzo - 2023

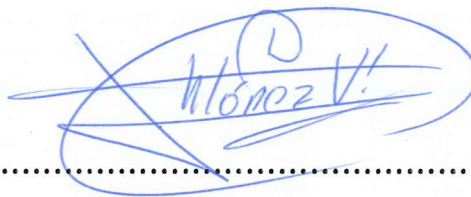
CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LA MAQUINARIA EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA ECUATRAN S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.”** elaborado por el Sr, Franklin Bladimir Quisintuña Chimborazo portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 180491750-6, estudiante de la Carrera de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, marzo 2023



.....
Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Franklin Bladimir Quisintuña Chimborazo, con C.I. 1804917506 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LA MAQUINARIA EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA ECUATRAN S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.”** así también como las fichas de las máquinas, tablas, análisis, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor de la investigación, a excepción de las de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, marzo 2023



.....
Franklin Bladimir Quisintuña Chimborazo

C.I. 1804917506


AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, marzo 2023



.....
Franklin Bladimir Quisintuña Chimborazo

C.I. 1804917506

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Franklin Bladimir Quisintuña Chimborazo, de la Carrera de Ingeniería Mecánica bajo el tema: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LA MAQUINARIA EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA ECUATRAN S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.”**.

Ambato, marzo 2023

Para constancia firman:



.....
Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano

MIEMBRO CALIFICADOR



.....
Ing. Mg. María Belén Paredes Robalino

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado especialmente para mis padres por haberme forjado y convertido en la persona que soy actualmente y que siempre me han apoyado en cada paso que he realizado en mi vida estudiantil.

A mis hermanos y demás familiares que siempre han confiado en mí, por su apoyo, comprensión y palabras de aliento, que me brindaron sabiduría para tomar las mejores decisiones en la vida.

Franklin B. Quisintuña Ch.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por brindarme la salud, sabiduría y fortaleza para llegar a lograr mi objetivo, por permitir que mi amada madre aun siga con vida después de una lucha contra el cáncer.

A mis padres y hermanos, gracias por ayudarme en momentos realmente difíciles, pues con su soporte y guía también he conseguido cumplir con mis objetivos, por ese aliento cuando más lo necesitaba, por creer en mi capacidad y darme esa seguridad de luchar hasta conseguir mis metas.

Quiero agradecer a la Universidad Técnica de Ambato y a la Carrera de Ingeniería Mecánica por permitirme ser parte de ella y formarme profesionalmente. A todos quienes fueron mis docentes, gracias por cada conocimiento impartido en las aulas y contribuir con mi formación tanto profesional como personal.

Gracias a mi tutor, Ing. Jorge López por el apoyo, paciencia y la insistencia, por ayudarme a conseguir esta meta y ser un apoyo importante en cada etapa del proyecto.

Agradezco además al Ing. Orlando Campaña, a la empresa ECUATRAN S.A. por la oportunidad y la acogida brindada para realizar el presente proyecto.

Franklin B. Quisintuña Ch.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	3
1.3.1 Mantenimiento Industrial	3
1.3.2. Objetivos del mantenimiento.....	4
1.3.3. Actividades del mantenimiento	4
1.3.4. Tipos de Mantenimiento.....	5
1.3.4.1. Mantenimiento correctivo.....	5
1.3.4.2. Mantenimiento predictivo.....	6
1.3.4.3. Mantenimiento preventivo.....	6
1.3.4.4. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	7
1.3.6. Pasos para crear un plan de mantenimiento	9
1.3.7. Inventario de Máquinas	10

1.3.8. Fichas Técnicas	10
1.3.9. Indicadores del mantenimiento	11
1.3.10. NTP 679. Análisis modal de fallos y efectos AMFE	13
1.3.10.1 Detectabilidad	14
1.3.10.2. Gravedad.....	14
1.3.10.3. Frecuencia.....	15
1.3.10.4. Índice de prioridad de riesgo (IPR o IPN)	16
1.3.11. Gamas de mantenimiento	18
1.3.12. MP Software.....	19
1.3.12.1 MP versión 10.....	19
1.3.12.2. Beneficios de MP versión 10.....	20
1.3.13. Transformadores Eléctricos.....	20
1.3.13.1 Transformador	20
1.3.13.2. Clasificación de los transformadores.....	21
1.3.13.3. Partes principales de un transformador.....	23
CAPÍTULO II	25
METODOLOGÍA	25
2.1.1. Recursos humanos	25
2.1.2. Recursos materiales	25
2.1.3. Recursos institucionales.....	25
2.1.4. Recursos económicos.....	25
2.2. Métodos	26
2.2.1. Investigación aplicada.....	26
2.2.2. Investigación exploratoria.....	26
2.2.3. Investigación de campo	26
2.2.4. Recolección de información	27
2.2.5. Investigación bibliográfica	27
2.2.6. Flujograma para el desarrollo del Proyecto	27
CAPÍTULO III	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
3.1. Descripción de la empresa.....	29
3.2. Recolección de datos	30
3.3. Inventario de equipos del área de metalmeccánica	32

3.4. Fichas técnicas de la maquinaria	33
3.5. Estadístico de mantenimiento.....	48
3.6. Matriz AMFE	63
3.7. Gamas de mantenimiento anual	69
3.8. Implementación del plan de mantenimiento preventivo mediante el software MP 10	73
CAPÍTULO IV	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
4.1. Conclusiones	81
4.2. Recomendaciones	83
Bibliografía	84
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo	8
Tabla 2: Tipos de mantenimiento y sus diferencias	9
Tabla 3: Ejemplo de estadístico de mantenimiento	13
Tabla 4: Valoración del criterio de detectabilidad	14
Tabla 5: Valoración del criterio de gravedad	15
Tabla 6: Valoración del criterio de frecuencia	16
Tabla 7: Criterios del IPR	17
Tabla 8: Ejemplo de matriz AMFE	18
Tabla 9: Recursos económicos	26
Tabla 10: Ubicación de la empresa	30
Tabla 11: Inventario de maquinaria del área de metalmecánica	32
Tabla 12: Soldadora MIG	34
Tabla 13: Cizalla Hidráulica	34
Tabla 14: Baroladora	35
Tabla 15: Acanaladora	35
Tabla 16: Perforadora hidráulica 4 estaciones	36
Tabla 17: Cortadora de plasma	36
Tabla 18: Prensa hidráulica	37
Tabla 19: Cortadora circular	37
Tabla 20: Rebordeadora	38
Tabla 21: Prensa hidráulica	38
Tabla 22: Dobladora hidráulica	39
Tabla 23: Conformadora de bandas de cierre	39
Tabla 24: Balanza electrónica	40
Tabla 25: Soladora de punto	40
Tabla 26: Taladro de bancada	41
Tabla 27: Puente grúa	41
Tabla 28: Tronzadora	42
Tabla 29: Plegadora hidráulica	42
Tabla 30: Plegadora ADH	43
Tabla 31: Cizalla hidráulica	43
Tabla 32: Cortadora FLOW CNC	44
Tabla 33: Paneladora	44
Tabla 34: Soldadora de paneles	45
Tabla 35: Cortadora de plasma CNC	46
Tabla 36: Esmeril de banco	46
Tabla 37: Amoladora	47
Tabla 38: Indicadores de mantenimiento	48
Tabla 39: Parámetros de mantenimiento de M-S1.30	49
Tabla 40: Parámetros de mantenimiento de M-S2	54
Tabla 41: Parámetros de mantenimiento de M-S3	58
Tabla 42: Criterios para la realización de matriz AMFE	63
Tabla 43: Matriz AMFE de M-S1.31	64
Tabla 44: Matriz AMFE de M-S2	66

Tabla 45: Matriz AMFE de M-S3.....	68
Tabla 46: Código de colores	69
Tabla 47: Gama de mantenimiento anual M-S1.30	70
Tabla 48: Gama de mantenimiento anual M-S2	71
Tabla 49: Gama de mantenimiento anual M-S3	72
Tabla 50: Parámetros de mantenimiento de M-S4.....	89
Tabla 51: Parámetros de mantenimiento de M-S5.....	93
Tabla 52: Parámetros de mantenimiento de M-S6.3.....	98
Tabla 53: Parámetros de mantenimiento de M-S12.....	102
Tabla 54: Parámetros de mantenimiento de M-S13.....	107
Tabla 55: Parámetros de mantenimiento de M-S14.....	112
Tabla 56: Parámetros de mantenimiento de M-S15.....	117
Tabla 57: Parámetros de mantenimiento de M-S16.....	122
Tabla 58: Parámetros de mantenimiento de M-S18.....	128
Tabla 59: Parámetros de mantenimiento de M-S26.1.....	132
Tabla 60: Parámetros de mantenimiento de M-S30.....	134
Tabla 61: Parámetros de mantenimiento de M-S41.1.....	137
Tabla 62: Parámetros de mantenimiento de M-S44.A.....	141
Tabla 63: Parámetros de mantenimiento de M-S69.1.....	145
Tabla 64: Parámetros de mantenimiento de M-S70.....	150
Tabla 65: Parámetros de mantenimiento de M-S75.....	155
Tabla 66: Parámetros de mantenimiento de M-S89.....	160
Tabla 67: Parámetros de mantenimiento de M-S94.....	165
Tabla 68: Parámetros de mantenimiento de M-S95.....	169
Tabla 69: Parámetros de mantenimiento de M-S98.....	173
Tabla 70: Parámetros de mantenimiento de M-SA.1	177
Tabla 71: Parámetros de mantenimiento de M-S022A.....	180
Tabla 72: Matriz AMFE de M-S4.....	183
Tabla 73: Matriz AMFE de M-S5.....	184
Tabla 74: Matriz AMFE de M-S6.3.....	186
Tabla 75: Matriz AMFE de M-S12.....	187
Tabla 76: Matriz AMFE de M-S14	189
Tabla 77: Matriz AMFE de M-S14.....	191
Tabla 78: Matriz AMFE de M-S15.....	193
Tabla 79: Matriz AMFE de M-S16.....	196
Tabla 80: Matriz AMFE de M-S18.....	199
Tabla 81: Matriz AMFE de M-S26.1	200
Tabla 82: Matriz AMFE de M-S30.....	201
Tabla 83: Matriz AMFE de M-S41.1.....	202
Tabla 84: Matriz AMFE de M-S44.1	203
Tabla 85: Matriz AMFE de M-S69.1.....	205
Tabla 86: Matriz AMFE de M-S70.2.....	206
Tabla 87: Matriz AMFE de M-S75.....	209
Tabla 88: Matriz AMFE de M-S89.....	211
Tabla 89: Matriz AMFE de M-S94.....	213

Tabla 90: Matriz AMFE de M-S95.....	216
Tabla 91: Matriz AMFE de M-S98.....	219
Tabla 92: Matriz AMFE de M-SA.....	221
Tabla 93: Matriz AMFE de M-S0.22-190.....	222
Tabla 94: Gama de mantenimiento anual M-S4.....	225
Tabla 95: Gama de mantenimiento anual M-S5.....	226
Tabla 96: Gama de mantenimiento anual M-S6.3.....	227
Tabla 97: Gama de mantenimiento anual M-S12.....	228
Tabla 98: Gama de mantenimiento anual M-S13.....	230
Tabla 99: Gama de mantenimiento anual M-S14.....	231
Tabla 100: Gama de mantenimiento anual M-S15.....	232
Tabla 101: Gama de mantenimiento anual M-S16.....	233
Tabla 102: Gama de mantenimiento anual M-S18.....	235
Tabla 103: Gama de mantenimiento anual M-S26.1.....	236
Tabla 104: Gama de mantenimiento anual M-S30.....	237
Tabla 105: Gama de mantenimiento anual M-S41.1.....	238
Tabla 106: Gama de mantenimiento anual M-S44.A.....	239
Tabla 107: Gama de mantenimiento anual M-S69.1.....	240
Tabla 108: Gama de mantenimiento anual M-S70.2.....	242
Tabla 109: Gama de mantenimiento anual M-S75.....	244
Tabla 110: Gama de mantenimiento anual M-S89.....	246
Tabla 111: Gama de mantenimiento anual M-S94.....	248
Tabla 112: Gama de mantenimiento anual M-S95.....	250
Tabla 113: Gama de mantenimiento anual M-S98.....	251
Tabla 114: Gama de mantenimiento anual M-SA.1.....	252
Tabla 115: Gama de mantenimiento anual M-S022.....	253

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de mantenimiento	5
Figura 2: Acciones para crear un plan de mantenimiento.	7
Figura 3: Ejemplo de ficha técnica	11
Figura 4: Proceso para aplicar AMFE	13
Figura 5: Ejemplo de formato de gama de mantenimiento.....	19
Figura 6: Esquema básico de un transformador.....	20
Figura 7: Clasificación de los transformadores.	21
Figura 8: Esquema y componentes de un transformador monofásico.	22
Figura 9: Esquema y componentes de un transformador trifásico.....	23
Figura 10: Flujograma del proyecto.....	28
Figura 11: Empresa Ecuatran S.A.	29
Figura 12: Productos que elabora la empresa	30
Figura 13: Esquema básico del proceso de fabricación de un transformador.	31
Figura 14: Diagrama de flujo de MP 10	73
Figura 15: Menú principal.....	74
Figura 16: Maquinaria ingresada en el programa	75
Figura 17: Agregar nuevo equipo	75
Figura 18: Agregar plan de mantenimiento	76
Figura 19: Ejemplo de plan de mantenimiento.....	76
Figura 20: Agregar partes y subpartes de la M-S18	77
Figura 21: Ingreso de datos.....	77
Figura 22: Ingreso de actividades	77
Figura 23: Actividades ingresadas	78
Figura 24: Creación del plan de mantenimiento	78
Figura 25: Plan ingresado correctamente.....	79
Figura 26: Ligar Plan de mantenimiento.....	79
Figura 27: Confirmar el plan de mantenimiento.....	79
Figura 28: Ejemplo de calendario de mantenimiento	80

RESUMEN

La elaboración de un plan de mantenimiento ayuda a la conservación de los equipos en una Empresa, permitiendo no solo solucionar fallas sino también prevenirlas, brinda una mayor fiabilidad en la maquinaria evitando paradas por averías con la finalidad de mejorar la productividad.

El presente proyecto técnico tiene como finalidad diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo, para la maquinaria en el área de metalmecánica de la Empresa Ecuatran S.A. de la ciudad de Ambato. Su elaboración comenzó con el desarrollo de las fichas técnicas y un análisis de la situación actual de cada una de las máquinas. Posteriormente se realizó el estadístico de mantenimiento determinando la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria. Después se realizaron matrices con las partes principales de cada una de las máquinas y basándose en la Nota Técnica de Prevención NTP 679 conocer el índice de prioridad de riesgos, para poder identificar los componentes más expuestos a sufrir fallos.

Finalmente se elaboró un plan mantenimiento preventivo con la proyección de un año mediante gamas con su respectiva duración y frecuencia, después toda la información obtenida fue implementada en un software de mantenimiento preventivo que posee la empresa, este programa permite organizar, planificar y optimizar la gestión del mantenimiento en la empresa, con el objetivo de aumentar la producción previniendo paros imprevistos y reparaciones costosas de las máquinas.

PALABRAS CLAVE: Mantenimiento preventivo, software, NTP 679, plan, implementación, maquinaria.

ABSTRACT

The development of a maintenance plan helps the conservation of equipment in a company, allowing not only to solve failures but also to prevent them, provides greater reliability in the machinery avoiding downtime due to breakdowns in order to improve productivity.

The purpose of this technical project is to design and implement a preventive maintenance plan for the machinery in the metal-mechanics area of Ecuatran S.A. Company in the city of Ambato. Its elaboration began with the development of the technical data sheets and an analysis of the current situation of each one of the machines. Subsequently, the maintenance statistics were carried out to determine the availability and reliability of the machinery. Afterwards, matrices were made with the main parts of each of the machines and based on the Technical Prevention Note NTP 679 to know the risk priority index, in order to identify the components most exposed to failures.

Finally, a preventive maintenance plan was elaborated with the projection of a year by means of ranges with their respective duration and frequency, then all the information obtained was implemented in a preventive maintenance software that the company has, this program allows to organize, plan and optimize the management of the maintenance in the company, with the objective of increasing the production preventing unexpected stoppages and expensive repairs of the machines.

KEY WORDS: Preventive maintenance, software, NTP 679, plan, implementation, machinery.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA LA MAQUINARIA EN EL ÁREA DE METALMECÁNICA DE LA EMPRESA ECUATRAN S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO.”

1.1. Antecedentes Investigativos

Actualmente a nivel mundial es notable los avances tecnológicos en el sector industrial, una de las causas de dichos avances es debido a modernas máquinas utilizadas en los distintos procesos de producción, mismas que deben operar de manera óptima y segura. Muchas plantas industriales han optado por implementar lo que se denomina mantenimiento, ya que representa un cambio significativo en la conservación de sus equipos permitiendo no solo solucionar fallas sino también prevenirlas. Dicha implementación ayuda en la mejora del proceso de producción debido a una mayor fiabilidad en los equipos evitando paradas por averías [1].

Cada empresa dependiendo de su proceso de producción necesita implantar un plan de mantenimiento adecuado en sus máquinas, equipos y herramientas teniendo en cuenta distintos aspectos como técnicos, económicos, de seguridad y medio ambiente, siempre en busca de la mejora continua y cumplir con estándares de producción de calidad [2]. Para la realización del presente proyecto se analizaron distintas investigaciones referentes al tema las cuales se mencionan a continuación.

En la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica se encontró una tesis de grado elaborada por B. Navarrete [3], en la agencia Mavesa Indoamérica en donde logro desarrollar e implementar un plan de mantenimiento preventivo mediante el software Gantt Project, el cual fue de gran ayuda para la empresa, ya que permite programar y organizar tareas en un tiempo determinando, permitiendo registrar las actividades del mantenimiento preventivo durante un año y controlar posibles fallos en los equipos y herramientas.

De la misma manera G. Ortiz [4], en su trabajo de titulación menciona las necesidades de mantenimiento para la maquinaria del área de molienda de la Empresa Molinos Miraflores realizando un estudio de campo en donde se creó fichas técnicas las cuales ayudaron a conocer los componentes que conforman las máquinas de dicha área,

posteriormente con el apoyo de la Nota Técnica de Prevención (NTP) 679 estableció una matriz AMFE para cada una de las máquinas y así poder identificar los posibles fallos, finalmente desarrollo las gamas de mantenimiento requeridas para el período de un año.

M. Chimborazo [5], menciona que la prevención es la mejor manera de evitar problemas en el futuro, por lo cual se vio en la necesidad de desarrollar un plan de mantenimiento preventivo que permita prolongar la vida útil de la maquinaria en la Empresa Nutrisalminsa S.A. Inicio su trabajo con la elaboración de fichas técnicas de las máquinas y el análisis del mantenimiento en cada una de ellas. Aplicó también la NPT 679, realizó un análisis modal de fallos y efectos, el cual permitió conocer los componentes más expuestos a sufrir fallos. Finalmente, mediante la ayuda del Software Microsoft Excel creo un programa donde se detallan las actividades de mantenimiento preventivo para el período de un año.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo, para la maquinaria en el área metalmecánica de la empresa ECUATRAN S.A. de la ciudad de Ambato para aumentar la fiabilidad en la maquinaria.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Elaborar un registro y evaluación de funcionamiento de las distintas máquinas y equipos que existen en la empresa Ecuatran S.A. mediante inspección visual.

Mediante visita técnica e inspección visual dentro de la empresa se realizará la toma de datos del proceso de producción y de las distintas máquinas utilizadas para la elaboración del producto final, permitiendo conocer el estado en el que se encuentra la maquinaria en el área de Metalmecánica y posteriormente la realización de fichas técnicas.

- Realizar un diagnóstico de los componentes más expuestos a sufrir fallos mediante la matriz AMFE basándose en la NTP 679.

Mediante la Nota Técnica de Prevención (NTP) 679 se realizará una matriz AMFE enumerando los posibles modos de fallo y priorizándolos. De esta manera se conocerá el efecto y causa del fallo de los distintos componentes de cada uno de los equipos, también permitirá conocer el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) y de esta forma dar una acción preventiva, para crear un plan de mantenimiento eficiente.

- Desarrollar la documentación necesaria del plan de mantenimiento preventivo mediante gamas.

Al concluir el Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) se procederá a realizar las distintas gamas de mantenimiento en donde se encontrará actividades diarias, semanales y mensuales durante un año. Dicha documentación será de vital importancia para la gestión del plan de mantenimiento.

- Implementar el plan de mantenimiento preventivo en la Empresa Ecuatran S.A. mediante el software MP versión 10.

Una vez recolectada toda la información se procederá a implementar el plan de mantenimiento preventivo utilizando un software de control y administración del mantenimiento denominado MP versión 10 adquirido por la Empresa Ecuatran S.A., con la finalidad de reducir paros imprevistos y prevenir reparaciones costosas.

1.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.3.1 Mantenimiento Industrial

El mantenimiento está relacionado directamente con la industria y su forma de funcionamiento, entonces el mantenimiento comprende un conjunto de actividades vitales para preservar la operatividad los equipos, maquinas, herramientas e instalaciones y que estas funcionen de manera óptima y confiable. Realizar la implementación de un plan de mantenimiento no es una tarea fácil ya que involucra a todos los departamentos y debe tener el apoyo de todo el personal de la industria, ya que dicho plan permite generar un proceso de producción adecuado y fiable evitando fallos o averías en la maquinaria utilizada para la elaboración del producto o servicio y a la vez resguardar la seguridad del operario [6].

Para planificar y organizar un sistema de mantenimiento se debe tener un claro conocimiento del proceso de producción de la industria, de las máquinas y equipos en donde se realizará la prevención, predicción o corrección, con el objetivo de brindar

disponibilidad y confiabilidad evitando paros innecesarios, garantizando su funcionamiento y brindado un producto de calidad [7].

1.3.2. Objetivos del mantenimiento

El mantenimiento está relacionado directamente con el proceso de producción y el cumplimiento de la empresa debido a que permite conocer la fiabilidad y funcionalidad de la maquinaria evitando paradas por averías, a continuación, se mencionan los objetivos principales del mantenimiento [8].

- Disminuir las posibilidades de falla en máquina, equipos e instalaciones.
- Reducir los costos relacionados con el mantenimiento.
- Prolongar la vida útil de la maquinaria, su disponibilidad y confiabilidad.
- Mantener los equipos funcionando de manera óptima y segura para garantizar el bienestar de los operadores.
- Asegura que los equipos no afecten al medio ambiente.
- Mejorar el proceso productivo para la obtención de un producto de calidad [8] [9].

1.3.3. Actividades del mantenimiento

Dentro de la ingeniería del mantenimiento se ejecutan distintas actividades para mantener las máquinas, equipos e instalaciones en perfecto estado y funcionando de manera eficiente, las principales actividades son las siguientes:

- **Inspección:** Se trata de un análisis visual para conocer el estado en el que se encuentran los equipos y su funcionamiento, existen inspecciones abiertas, cerradas, ligera y profundas.
- **Servicio:** Es el encargado de conservar la apariencia y presentación física de la maquinaria.
- **Reparación:** consiste en la sustitución de partes averiadas que han fallado, para que la máquina vuelva a funcionar.
- **Modificación:** Es la alteración en el diseño de una máquina o equipo con un fin específico.

- **Fabricación:** Se trata de la creación de piezas que son difíciles de conseguir y que son necesarias para el funcionamiento correcto de los equipos.
- **Lubricación:** Es aplicado para reducir la fricción entre elementos.
- **Cambio:** Es el reemplazo de la maquinaria que ha consumido su vida útil o se lo realiza debido a la modernización [10].

1.3.4. Tipos de Mantenimiento

A nivel mundial existen distintos tipos de mantenimiento y cada uno de ellos dependen de sus actividades a realizar, la siguiente figura representa algunos tipos de mantenimiento:

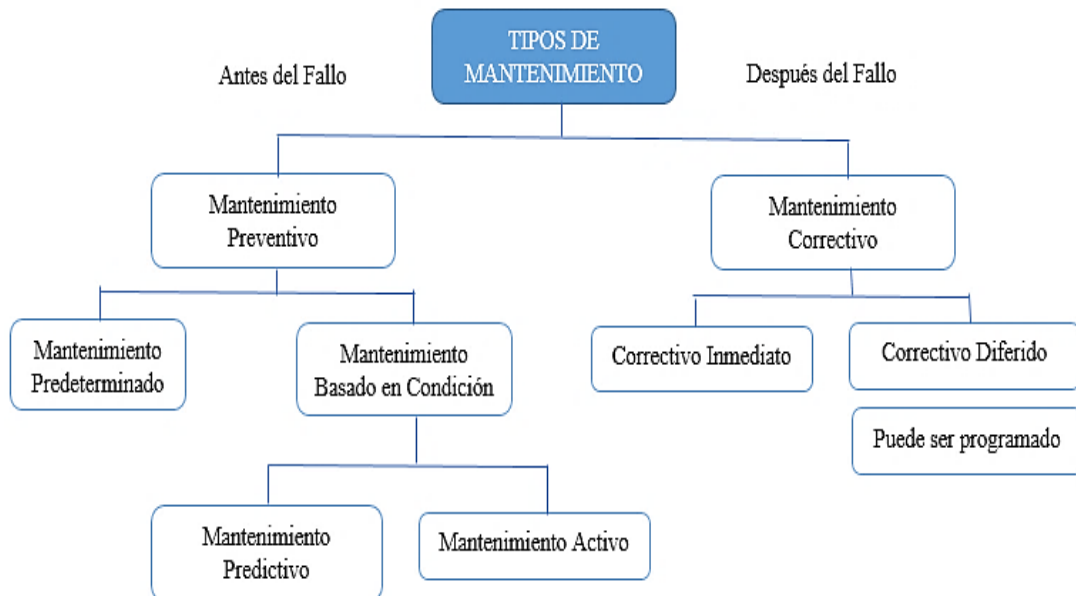


Figura 1: Tipos de mantenimiento [11]

1.3.4.1. Mantenimiento correctivo

También conocido como mantenimiento reactivo muy utilizado a nivel industrial, este se aplica en el momento en que la máquina o equipo deja de funcionar ya que se presenta un fallo o avería, se basa en el cambio de componentes, reparación de piezas y desperfectos dentro de la maquinaria, las cuales deben ser corregidas inmediatamente con el fin de no afectar de manera significativa la productividad [12].

Se clasifica en 2 tipos:

- Mantenimiento correctivo no programado: Se lo realiza al momento de parada de la máquina o equipo al presentarse una falla.
- Mantenimiento correctivo programado: Al detectar una posible avería en la maquinaria es necesario planificar el respectivo mantenimiento [12].

1.3.4.2. Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento se lo considera como el anticipo de una futura falla o avería de algún componente o sistema de la maquinaria al realizar inspecciones periódicas, con el objetivo de que dicho componente pueda ser sustituido antes que se produzca el fallo. Entre las aplicaciones más frecuentes para el desarrollo de este mantenimiento están: análisis de vibraciones mecánicas, termografías, ensayos no destructivos, análisis de aceites, temperatura entre otras [12] [5].

1.3.4.3. Mantenimiento preventivo

En las grandes empresas este tipo de mantenimiento es el más utilizado, su principal objetivo es prevenir averías en las máquinas o equipos para no alterar el sistema de producción, entre sus principales actividades están: inspeccionar, ajustar, cambiar, calibrar, lubricar, adaptar, evaluar y otras revisiones. De esta manera se puede realizar la planificación del mantenimiento en periodos de tiempo establecidos La aplicación de un plan de mantenimiento preventivo comprende las siguientes fases: planificación, programación, ejecución y control [8] [11].

Para crear un plan de mantenimiento preventivo se debe considerar las acciones mostradas en la figura 2:



Figura 2: Acciones para crear un plan de mantenimiento [8].

El mantenimiento preventivo se subdivide de la siguiente manera:

- **Mantenimiento Periódico:** Se representa como un conjunto de actividades que previenen fallos en máquinas, equipos e instalaciones mediante la revisión periódica de los elementos que la componen.
- **Mantenimiento Analítico:** Es el mantenimiento en donde un analista realiza un estudio estadístico en base al historial de las máquinas y equipos de la empresa.
- **Mantenimiento Progresivo:** Es un tipo de mantenimiento basado en la mejora continua de la empresa, interviene al momento de paro de la máquina verificando técnicas de mantenimiento como lubricación y refrescamiento.
- **Mantenimiento Técnico:** Es la combinación de dos tipos de mantenimientos, el progresivo y periódico.

1.3.4.4. Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo

Es de vital importancia conocer el principal objetivo del mantenimiento preventivo que es “prolongar la vida útil de las máquinas equipos y herramientas” de una empresa. Por ende, es recomendable guiarse de las recomendaciones del fabricante de las mismas, para realizar un trabajo rápido y eficaz. Al ser este un mantenimiento muy utilizado a nivel mundial es necesario conocer sus beneficios y desventajas como se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1: Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo [12].

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Disminuye las anomalías o fallas y los tiempos muertos (aumentando la disponibilidad de las máquinas, equipos e instalaciones).	Todo programa que se inicia genera un incremento en los costos
Aumenta la vida útil de las máquinas, equipos, componentes e instalaciones.	
Hay una mejora efectiva en el uso de los recursos.	Para iniciar se necesita de tiempo extra en el trabajo del personal de mantenimiento. Búsqueda de la información, como manuales, historial, fichas técnicas, repuestos, reparaciones, etc.
Se disminuyen o se reducen, los niveles de inventarios de repuestos.	
Hay un ahorro económico a largo y mediano plazo.	Tiempo para transferir la documentación recolectada.
Elaboración de planes de mantenimiento.	
Se definen indicadores de gestión o de desempeño.	
Se documentan procedimientos, instructivos. Manteniendo actualizada la información.	
Se implementan buenas inspecciones de rutinas.	
Implementación de un buen programa de lubricación.	
Definición de los presupuestos.	Técnicos de mantenimiento, trabajo de campo adicional. Taxonomía de los equipos. Materiales utilizados, tiempos, etc.
Se aumenta la seguridad industrial para las personas.	Dotación ordenamiento de almacenes. Rotación de repuestos, actualizar información, inventarios.
Se mejora el enfoque de contaminación ambiental.	

1.3.5. Diferencias importantes entre los distintos tipos de mantenimiento

Una vez estudiado los distintos tipos de mantenimiento se puede realizar un análisis de las diferencias de cada uno de ellos. La siguiente tabla nos muestra algunos aspectos positivos y negativos que debemos tener en cuenta al momento de crear un plan de mantenimiento [13].

Tabla 2: Tipos de mantenimiento y sus diferencias [13]

	Mantenimiento ante fallo	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento predictivo
Evita que se produzca el fallo	NO (-)	NO (-)	SI (+)	SI (+)
Corrige la causa real del fallo	NO (-)	SI (+)	SI (+)	SI (+)
Las operaciones suelen costar mucho tiempo debido a la imprevisión	SI (-)	SI (-)	NO (+)	NO (+)
Las operaciones pueden ser innecesarias y pueden ser causa de nuevos fallos	NO (+)	NO (+)	SI (-)	NO (+)
Permite planificar el mantenimiento	NO (-)	NO (-)	SI (+)	SI (+)
Exige disponer de un surtido almacén de repuestos	SI (-)	SI (-)	NO (+)	NO (+)
Permite agotar la vida útil de las piezas	SI (+)	SI (+)	NO (-)	SI (+)
Requiere el conocimiento de técnicas complejas	NO (+)	NO (+)	NO (+)	SI (-)
Exige una importante inversión en medios para el mantenimiento	NO (+)	NO (+)	NO (+)	SI (-)
Contribuye a mejorar la seguridad global de la planta	NO (-)	NO (-)	SI (+)	SI (+)

1.3.6. Pasos para crear un plan de mantenimiento

Los beneficios que proporciona este tipo de mantenimiento son indiscutibles, pero se debe tener cuenta la planificación como primera estrategia, ya que es primordial conocer las tareas, recursos, materiales, mano de obra, servicios externos entre otros, los pasos que se mencionan a continuación son de grande importancia para crear un plan de mantenimiento [14]:

- Para iniciar se deben definir los objetivos que se pretende conseguir.
- Realizar un inventario de los activos de la empresa en donde se requiere realizar el plan de mantenimiento.

- Realizar un estudio de campo que permita recolectar toda información necesaria de las máquinas, equipos, herramientas e instalaciones y a su vez conocer el estado en el que se encuentran.
- Conocer el proceso de producción e identificar las máquinas con mayor prioridad para el funcionamiento normal de la empresa para establecer el tipo de mantenimiento.
- Elaborar el plan de mantenimiento mediante indicadores.
- Planificar y elaborar rutinas de mantenimiento.
- Revisar y planear una mejora continua [14] [8].

1.3.7. Inventario de Máquinas

Es la actividad que consiste en realizar un censo de manera ordenada y precisa dentro una planta o área, para identificar cada una de las máquinas o equipos que posee y que estén disponibles, este listado debe ser codificado de manera adecuada mediante un código que permita su pronta localización en caso de requerirlo [8].

1.3.8. Fichas Técnicas

Se la denomina también como TMD (Tarjeta Maestra de Datos) en donde se plasma la información general y específica de máquinas o equipos, no posee un formato estándar pero su diseño debe contener información suficiente tales como: características generales (marca, código, serie), información comercial (país o ciudad), características operativas y técnicas (dimensiones, condiciones de trabajo, etc.), con el objetivo de ayudar a la planificación futura del plan de mantenimiento [8].


		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO TARJETA MAESTRA		FECHA: VERSIÓN: 01	
EQUIPO: Banda transportadora		CÓDIGO: BT01			
MARCA: Pinhalense S.A.		TIPO: Mecánico			
MODELO: TR1		SERIE: 15			
ACCIONAMIENTO: Eléctrico – Mecánico			CONEXIÓN: 3 Fases		
CAPACIDAD DE TRABAJO: 18 Ton C.P.H./h					
LARGO: 3050 mm		ANCHO: 520 mm		ALTO: 20 mm	
PESO: 2000 kg.					
FABRICANTE: Pinhalense SA		REPRESENTANTE: Omer De Jesús Gonzáles			
DIRECCIÓN: Rua Honorio Soares, 80 – CEP 13990-000 Espirito Santo Do pinhal – SP Brasil		DIRECCIÓN: Calle 5ª N° 14-29 Manizales-Caldas			
AÑO DE FABRICACIÓN: 2005		TEL: (68) 891778 CEL: 3108222691			
1. TURNO		2. TURNOS		3. TURNOS	
INTERMITENTE X		CRÍTICO X			
Nota: 3 Turnos en época de cosecha					
SERVICIOS PARA OPERACIÓN					
Electricidad: Tensión: 220V 3φ Corriente: 6,12 A Potencia: 1,5 kWh					

Figura 3: Ejemplo de ficha técnica [8]

1.3.9. Indicadores del mantenimiento

Los indicadores del mantenimiento son de vital importancia para la industria ya que con su ayuda permiten analizar los equipos y procesos. A continuación, se describen los principales indicadores para la realización efectiva del plan de mantenimiento [15].

Tiempo medio entre fallas MTBF (Mean Time Between Failures)

Se puede definir como el tiempo medio de operación, representa el tiempo de vida esperada de una máquina, equipo o sistema [16].

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación en un período dado}}{\text{Número total de fallas presentadas en el período dado}} \quad \text{Ec. (1) [16]}$$

Tiempo medio de reparación MTTR (Mean Time To Repair)

Permite conocer cuánto tiempo se necesita para reparar o ejecutar el mantenimiento de una avería en un equipo o sistema desde que se inició el fallo [17].

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de mantenimiento}}{\text{Número de reparaciones}} \text{ Ec. (2) [17]}$$

Disponibilidad (D)

La disponibilidad en una máquina o equipo indica el tiempo en el que desempeña una actividad durante un periodo [9].

$$D = \left(\frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \right) \text{ Ec. (3) [17]}$$

Tasa de fallo (λ)

Al analizar en un sistema o equipo la tasa de fallo indica la frecuencia con la que ocurre el fallo.

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \text{ Ec. (4) [18]}$$

Tasa de reparación (μ)

Es la inversa del tiempo medio de reparación permite conocer la frecuencia con la que se realizan las reparaciones.

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \text{ Ec. (5) [18]}$$

Tiempo de parada (TP)

$$TP = \text{Tiempo de reparación (h)} + \text{tiempo muerto (h)} \text{ Ec. (6) [18]}$$

Confiabilidad (f)

Denominada también como fiabilidad, la cual asegura que un equipo se encuentra en condiciones óptimas para la realizar su actividad específica en un tiempo determinado.

$$C = \frac{\text{Tiempo de operación} - \text{tiempo de parada}}{\text{tiempo de operación}} \text{ Ec. (7) [18]}$$

A continuación, se detalla una tabla con los indicadores de mantenimiento a utilizar en el presente proyecto.

Tabla 3: Ejemplo de estadístico de mantenimiento

ECUATRAN S.A.														
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO														
ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS														
Máquina		Código		Área		Horas que opera por día (h)							12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)

1.3.10. NTP 679. Análisis modal de fallos y efectos AMFE

Es una metodología utilizada industrialmente para obtener mayores resultados en la planificación de la gestión del mantenimiento tomando en cuenta los equipos y máquinas existentes. Este método está relacionado directamente con la funcionalidad de un componente o sistema donde probablemente acontezca un fallo, así conocer sus efectos, causas y medidas a tomar, convirtiéndola en un método de detección y prevención de fallos [19].

El proceso para aplicar AMFE debe ser de manera cíclica como se muestra en la figura 6, debido que se debe cumplir la secuencia hasta cumplir los objetivo planteados iterando cuentas veces sea necesario [20].

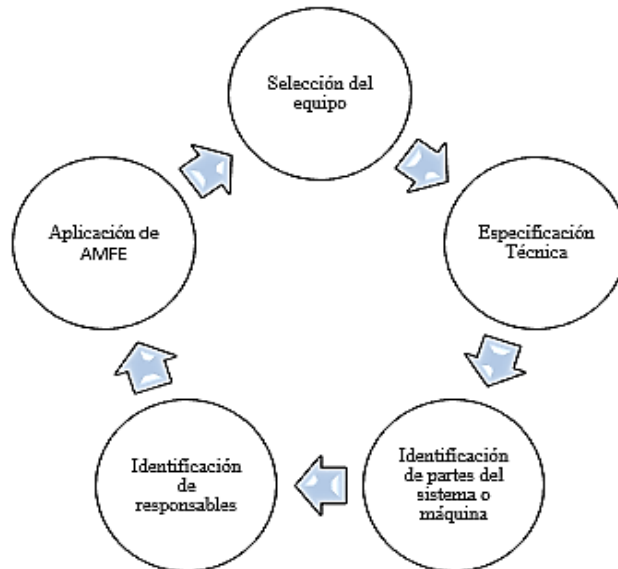


Figura 4: Proceso para aplicar AMFE [20]

1.3.10.1 Detectabilidad

Es un factor que permite conocer la posibilidad de localizar el fallo ya sea de manera sencilla o compleja con el fin de evitar daños graves en la maquinaria, su tabla de valoración es distinta a la de la gravedad y frecuencia, por lo tanto, mientras más difícil es la detección del fallo su índice aumentara [21].

Tabla 4: Valoración del criterio de detectabilidad [21]

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posterior.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9-10

1.3.10.2. Gravedad

Al detectar los posibles fallos, este indicador determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo para el cliente, es decir, las consecuencias que produce dentro la máquina, sistema o equipo, en la cual se ejecuta el estudio. Se recomienda una puntuación estratégica que ayude a tomar las medidas necesarias ante un fallo [19] [21].

Tabla 5: Valoración del criterio de gravedad [21]

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9-10

1.3.10.3. Frecuencia

También conocida como ocurrencia, este factor ayuda a prevenir un modo de fallo, ya que mide con qué frecuencia este ocurre. Su de valoración se muestra en la siguiente tabla [21].

Tabla 6: Valoración del criterio de frecuencia [21]

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos , ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-6
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	7-8
Muy alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

1.3.10.4. Índice de prioridad de riesgo (IPR o IPN)

Una vez recolectada la información y los valores de puntuación de los índices de gravedad, detectabilidad y frecuencia se procede a encontrar el índice de prioridad de riesgo, el cual resulta del producto de los tres índices como se muestra en la ecuación (9). El objetivo de esta ecuación es obtener un valor adimensional que permita conocer la intervención del mantenimiento, es decir la prioridad de ataque a cada modo de fallo en elementos o sistemas analizados [22].

$$IPR = D * G * F$$

Donde:

- D= Detectabilidad
- G= Gravedad
- F= Frecuencia


Tabla 7: Criterios del IPR [20]

Valor	Criterio
0	No existe riesgo de falla
100 – 124	Riesgo de falla bajo
125 – 499	Riesgo de falla medio
500 -1000	Alto riesgo de falla

Los componentes principales de la matriz AMFE estas descritos a continuación y un posible modelo se muestra en la tabla 8.

- Elemento
- Función
- Medo de fallo
- Efecto de fallo
- Causas de modo de fallo
- Acción correctora


Tabla 8: Ejemplo de matriz AMFE [5].

NUTRISALMINSA S.A.										
										
MATRIZ AMFE										
SISTEMA:				REALIZADO POR:				HOJA No.		
MÁQUINA/EQUIPO:					FECHA:			CÓDIGO:		
Código	Componente	Función	Modo de fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
						F	G	D	NPR	

1.3.11. Gamas de mantenimiento

Las gamas de mantenimiento son empleadas en varias industrias ya que permiten agrupar las actividades de mantenimiento que se deben realizar en una máquina, equipo o herramienta, con la finalidad de gestionar la tarea de manera satisfactoria en la fecha establecida. Las gamas se dividen en periodos de frecuencia como [23]:

- Diarias o semanales: Son tareas fáciles de realizar, así como limpieza, recolección de datos, inspecciones, etc.
- Quincenal o mensual: Las tareas se vuelven más difíciles y puede agrupar actividades como lubricación, calibración, limpieza interna, etc.
- Trimestrales, semestrales y anuales: Las tareas de mantenimiento se vuelven más complicadas y se realizan con el paro total de la máquina, puede agrupar el remplazo de componentes, desmontaje, ensayos no destructivos etc.



FP e Ingeniería Eléctrica.

Email: fpeingenieriaelectronica@gmail.com

Gama de mantenimiento Moto-Bombas.

Numero	Tipo Intervención	Frecuencia
1	Inspección de corrosiones exteriores y estado general de carcasas, eje, tomillería. Limpieza y desoxidado, si procede.	A
2	Inspección del estado de la pintura y repaso de pintura, si procede.	A
3	Verificación del estado de conexiones con las tuberías. Eliminación de oxidación.	A
4	Verificación del estado de los acoplamientos elásticos antivibratorios, comprobación de endurecimiento y sustitución, si procede.	A
5	Inspección del estado general de la bancada y soportes antivibratorios. Limpieza de bancada y sustitución de soportes, si procede.	A
6	Verificación del apriete de los tornillos de anclaje a bancada.	T
7	Inspección de acoplamiento de ejes motor-bomba. Sustitución de tacos o láminas de arrastre, si procede.	T
8	Verificación de la alineación de ejes motor-bomba y ajustes, si procede.	A

- Las intervenciones se realizarán tal y como especifica la Gama de mantenimiento industrial: M = mensual; T= trimestral; S= semestral; A = anual.

- Las herramientas utilizadas serán las adecuadas para cada tipo de trabajo, no pudiéndose utilizar herramientas que no estén contempladas para el fin que han sido diseñadas.

- Los aparatos de medida se utilizarán de forma que no pongan en riesgo al personal y equipos, de forma que se usen respetando las normas de uso del fabricante y de seguridad.

- Todas las intervenciones realizadas deberán cumplir con las normas de seguridad establecidas, que son de obligado cumplimiento y aplicación.

Figura 5: Ejemplo de formato de gama de mantenimiento [23]

1.3.12. MP Software

En la actualidad el MP es conocido como un sistema de gestión de mantenimiento computarizado CMMS (computerized Maintenance Management System), el cual es muy utilizado en muchas industrias a nivel mundial debido a su fácil manejo, es un software muy amigable que permite controlar y administrar las actividades de mantenimiento brindando muchos beneficios a una empresa [24].

1.3.12.1 MP versión 10

Es un software profesional que permite implementar un programa de mantenimiento preventivo, el cual ayuda a organizar, planificar y optimizar la gestión del mantenimiento en una empresa, con el objetivo de aumentar la producción, previniendo paros imprevistos y reparaciones costosas de las maquinas/equipos. Este Software cuenta con 3 aplicaciones que se destacan en la versión 10 [25]:

- Gestión de mantenimiento
- Inventario de repuestos
- Control de herramientas

1.3.12.2. Beneficios de MP versión 10

- Eliminación de paros imprevistos hasta un 75%
- Incrementa la vida útil de las máquinas y equipos
- Permite reducir el costo del mantenimiento hasta un 50%
- Permite automatizar las acciones del mantenimiento
- Ayuda a organizar y planificar la información
- Posee soporte técnico gratuito
- Asegura la calidad del producto
- Administra la gestión del mantenimiento con la APP MP Mobile

1.3.13. Transformadores Eléctricos

1.3.13.1 Transformador

Se puede decir que un transformador es un dispositivo con apariencia a la combinación motor-generator, pero sin movimiento. La corriente circula a través de una bobina primaria y sobre un núcleo metálico creando un campo magnético, dicho campo es convertido en corriente por medio de una bobina secundaria. La tensión de entrada y salida pueden ser semejantes o distintas, todo depende del número de espiras de cada bobina, La potencia de los dos bobinados es similar, aunque a la salida siempre será algo menor, dependiendo de las pérdidas que ocasiona la conversión, al disiparse parte de la energía en forma de calor y ondas electromagnéticas [26].

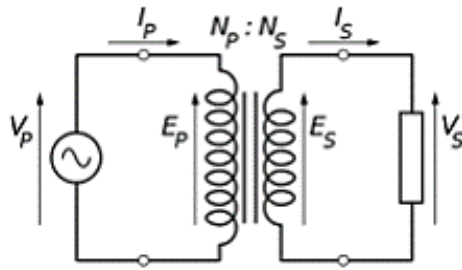


Figura 6: Esquema básico de un transformador [26].

Un transformador es un elemento estático aplicado en la red eléctrica, que ayuda a disminuir o aumentar el voltaje de un circuito de energía alterna, permitiendo mantener su frecuencia y potencia. Este tipo de dispositivo se basa en la inducción electromagnética, por ende, permite transportar energía para áreas específicas que requieran un voltaje, tensión e intensidad adecuadas para una aplicación específica, pudiendo ser de uso doméstico o industrial [25].

1.3.13.2. Clasificación de los transformadores

Debido a los distintos usos y aplicaciones los transformadores se encuentran clasificados de la siguiente manera:

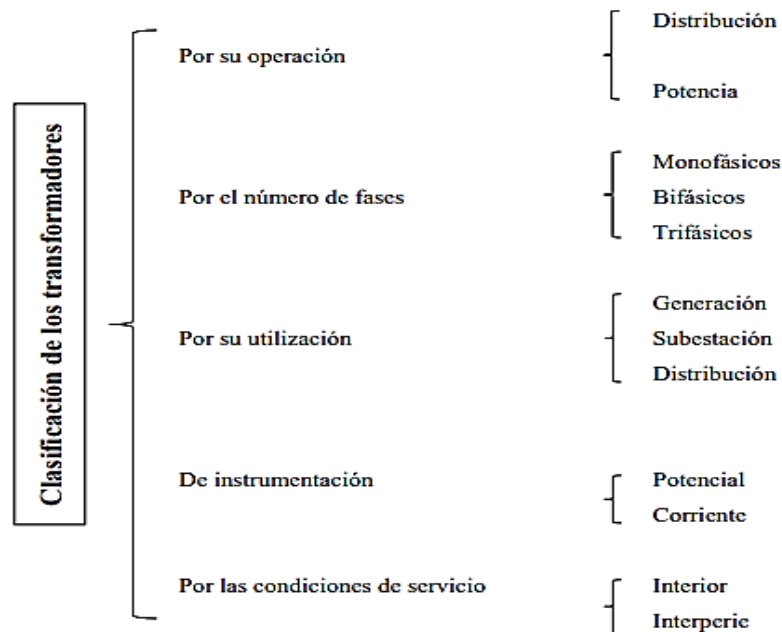


Figura 7: Clasificación de los transformadores [27].

Transformadores de distribución

Son transformadores que se utilizan principalmente para redes de distribución de voltaje más bajo, La energía, sea cual sea la fuente de la que provenga, debe distribuirse desde las centrales eléctricas para ser utilizados de manera residencial e industrial.

Transformadores monofásicos

Son aquellos transformadores que se componen por una o dos líneas de media tensión. Su instalación puede ser en poste y su diseño se realiza dependiendo las necesidades del servicio teniendo como función principal suministrar el voltaje apropiado a los usuarios [27].

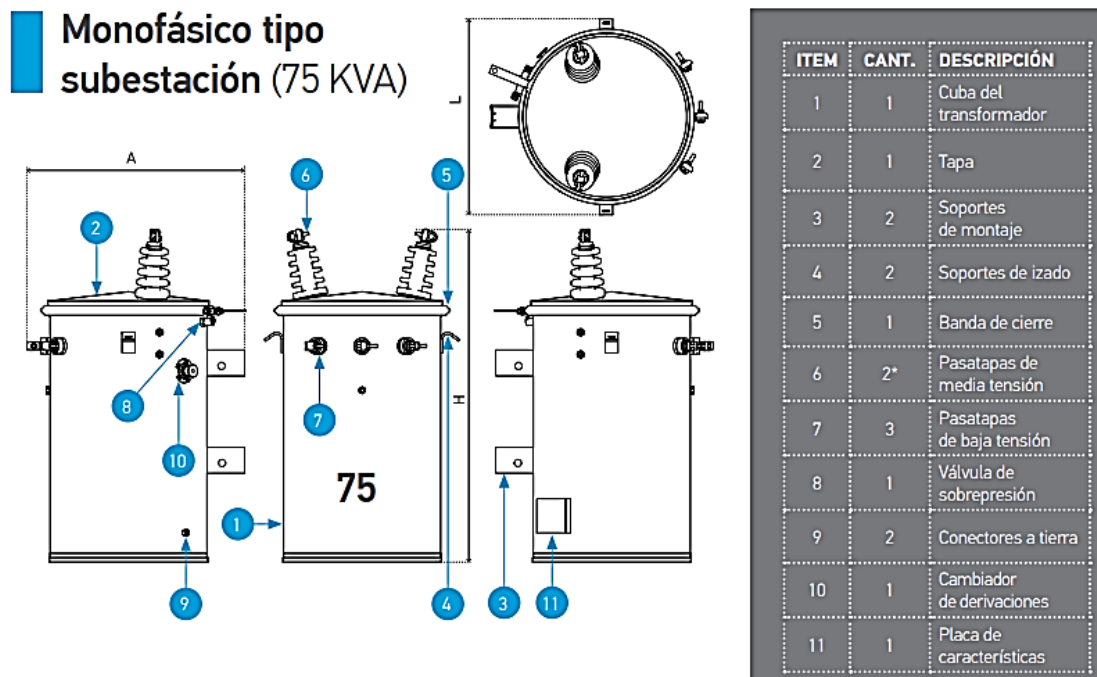
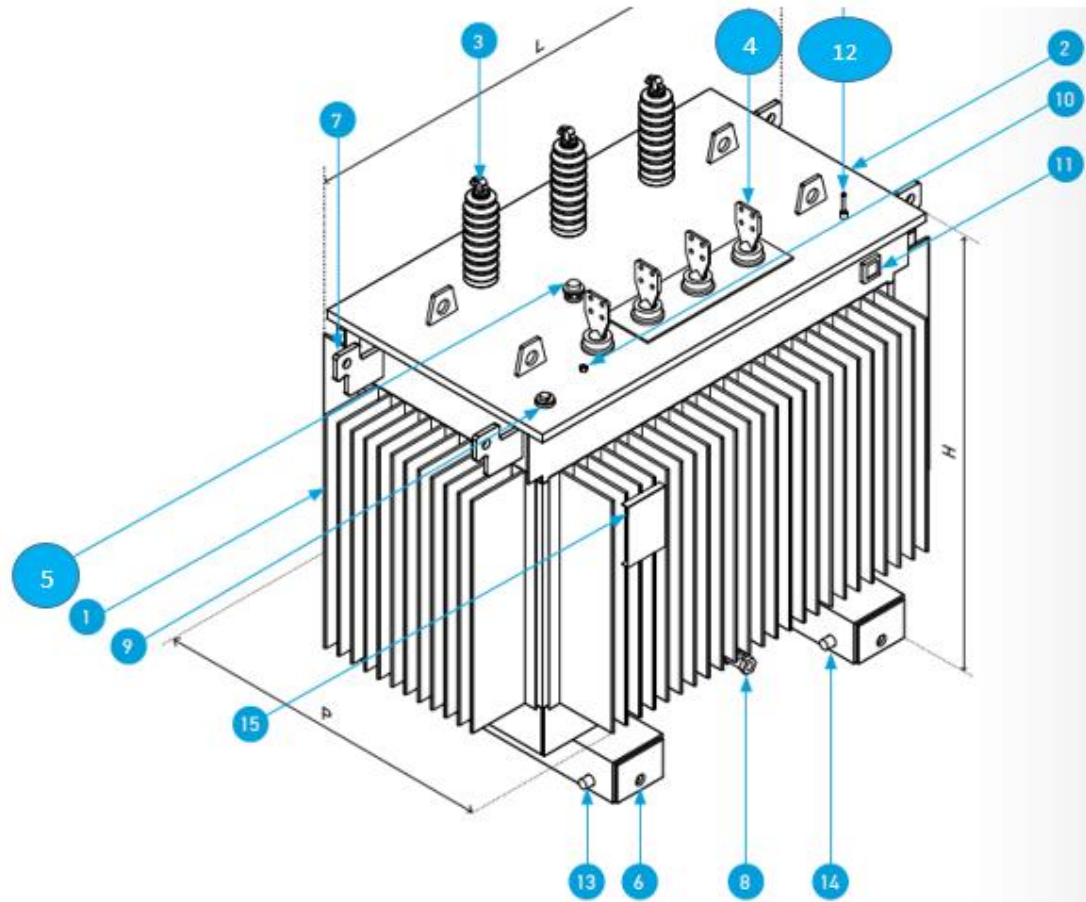


Figura 8: Esquema y componentes de un transformador monofásico [28].

Transformadores trifásicos

Este tipo de transformador puede reemplazar a 3 monofásicos y son más económicos, su instalación se la puede realizar en poste, cabina o cámara. Su diseño se basa según los requerimientos y normas técnicas. Son más utilizados en el sector industrial y comercial ya que además de variar el voltaje también se lo utiliza para aislar un circuito eléctricamente [29].

Esquema y componentes de un transformador trifásico



ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	Cuba del transformador	9	1**	Tapón de llenado
2	1	Tapa emperrada	10	1	Válvula de sobrepresión
3	3*	Pasatapas de media tensión	11	1	Nivel de aceite
4	4***	Pasatapas de baja tensión	12	1***	Válvula de nitrógeno
5	1	Cambiador de derivaciones de 5 pos	13	4	Ruedas bidireccionales
6	2	Chasis	14	2	Conectores a tierra
7	4**	Soporte de izado	15	1	Placa de características
8	1	Válvula de drenaje			

Figura 9: Esquema y componentes de un transformador trifásico [28].

1.3.13.3. Partes principales de un transformador

En la construcción de un transformador intervienen distintas áreas donde se involucran distintos procesos y actividades, dependiendo de los requerimientos y necesidades del consumidor o de la industria. Entre los elementos principales de un transformador están los siguientes:

- Bobinas: están fabricadas con material de cobre y forradas con papel aislante, ahí inicia el funcionamiento del transformador.
- Núcleo magnético: también conocido como circuito magnético, está elaborado principalmente por láminas de acero de silicio, es el encargado de conducir el flujo magnético.
- Bushing: conocido también como pasatapas, pueden ser de media o baja tensión los cuales se encargan de energizar el transformador.
- Sistema de aislamiento: su principal función es aislar los devanados entre sí y a tierra, existen distintos elementos aislantes tales como cartón prensado, papel Kraft, papel manila, madera maple, porcelanas, etc.
- Parte activa: es la unión de las bobinas con el núcleo y bridas de ensamble, su configuración depende del diseño del transformador
- Tanques y accesorios: consiste en la elaboración de partes metálicas del transformador como tapas, armarios, tanques, puertas, seguros, elementos de soportes entre otros [30].

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales y recursos

Para la realización del siguiente proyecto técnico se enlistan los siguientes recursos:

2.1.1. Recursos humanos

La ejecución del presente proyecto estará a cargo del estudiante y tutor, quién es el encargado de guiar y verificar el desarrollo de este.

- **Tutor:** Ing. Mg. Jorge Enrique López Velástegui
- **Estudiante:** Franklin Bladimir Quisintuña Chimborazo

2.1.2. Recursos materiales

- Nota Técnica de Prevención (NTP) 679
- Laptop HP
- Manuales de maquinaria
- Material de oficina
- Planos
- Calculadora Casio
- Instrumentos de medición
- Software MP 10

2.1.3. Recursos institucionales

- Biblioteca física y virtual de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
- Empresa “ECUTRAN S.A.” área de metalmecánica.

2.1.4. Recursos económicos

El presupuesto económico para la ejecución del proyecto técnico bordea los 1320 dólares, la siguiente tabla indica un breve resumen de los gastos los cuales incluyen equipo, movilización, material de escritorio, etc.

Tabla 9. Recursos económicos

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Carrera de Ingeniería Mecánica	
Descripción	Costo
Transporte	\$100
Laptop HP	\$750
Internet	\$120
Material de escritorio	\$100
Imprevistos	\$50
Total	\$1.120

2.2. Métodos

2.2.1. Investigación aplicada

En el transcurso de ejecución del siguiente proyecto técnico se aplicaron los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria con la finalidad de demostrar las habilidades y destrezas adquiridas, poniéndolas en práctica para realizar un eficiente plan de mantenimiento preventivo en el área de metalmecánica en la Empresa “Ecuatran S.A.” con el objetivo de aumentar la confiabilidad en las máquinas y equipos, por ende, minimizar costos y maximizar la producción de la empresa.

2.2.2. Investigación exploratoria

Esta investigación ayudó a conocer los distintos componentes y sistemas principales de las máquinas, equipos y herramientas que existen en el área de metalmecánica de la Empresa “Ecuatran S.A.”, también se pudo reconocer los parámetros de funcionamiento de cada una de ellas y así identificar las posibles fallas.

2.2.3. Investigación de campo

Mediante este método de investigación se reconoce la planta en donde se realiza el estudio, permite identificar el proceso de producción desde la obtención de la materia prima hasta el producto final solicitado. Adicionalmente permite conocer las distintas áreas de producción y, por ende, analizar el estado y función de las distintas máquinas, equipos y herramientas existentes en la empresa.

2.2.4. Recolección de información

Una vez realizada la investigación de campo se utilizó la técnica de observación directa en cada máquina, equipo y herramienta en cual se realiza el estudio, esto con el fin de comprender el funcionamiento y obtener datos característicos de cada uno de ellos. Así como también describir los distintos componentes y sistemas principales que lo conforman, permitiendo registrar esta información a través de fichas técnicas. Fue de gran ayuda obtener los manuales de los proveedores para el desarrollo del mantenimiento de cada uno de los equipos, máquinas y herramientas ya que ayudó con información relevante para el proyecto.

2.2.5. Investigación bibliográfica

Para el presente proyecto fue necesario realizar lecturas a fondo de distintos libros, artículos científicos, manuales, notas técnicas, tesis, etc. Ya que es necesario contar con varias referencias bibliográficas relacionadas con el estudio. Esto permitió comprender y analizar las actividades para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo y sus antecedentes, teniendo en cuenta que la información provenga de fuentes confiables.

2.2.6. Flujograma para el desarrollo del Proyecto



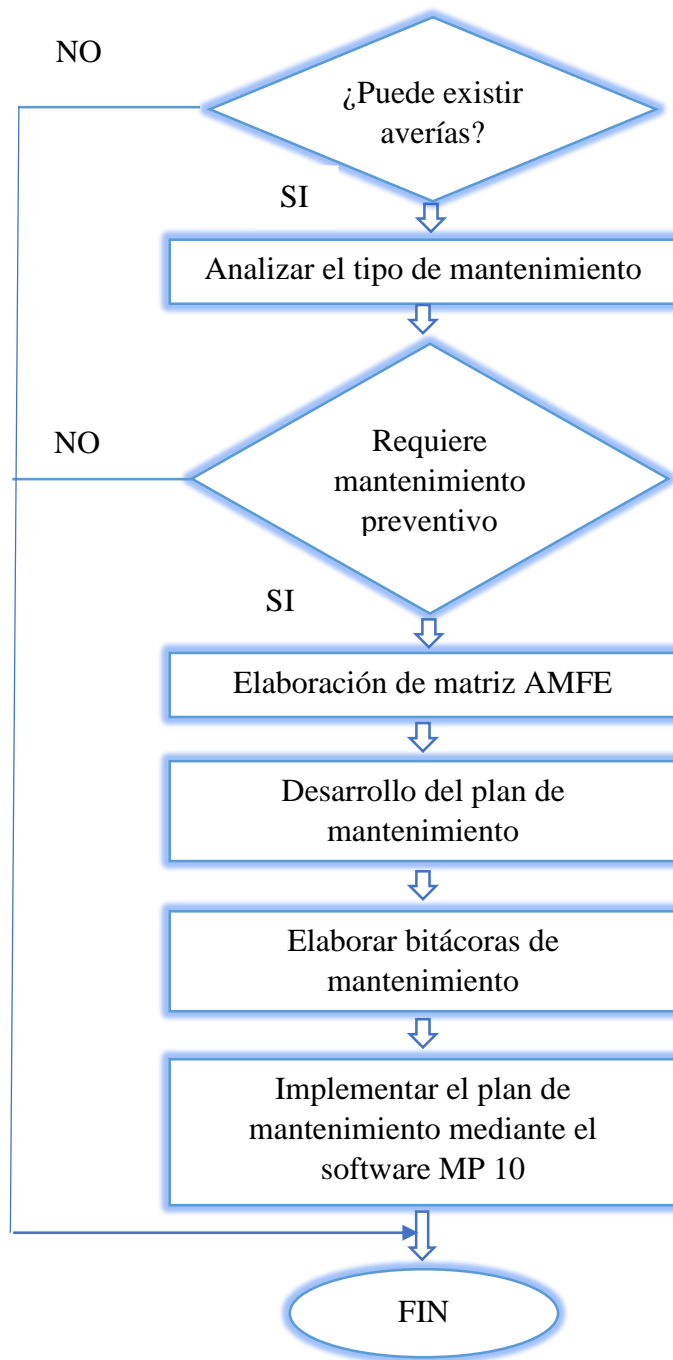


Figura 10: Flujograma del proyecto

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Descripción de la empresa

La empresa Ecuatran S.A. fue creada en el año 1979 en la ciudad de Ambato - Ecuador gracias a la idea de un grupo de empresarios, con el objetivo de brindar soluciones en el sector eléctrico para todo el territorio ecuatoriano. A partir de 2004 inicio la exportación de sus productos a nivel internacional en países como Perú, Panamá, Venezuela, México entre otros [28].

Con el pasar de los años la empresa ha ido mejorando e innovando sus máquinas y equipos que le permiten fabricar productos de calidad, confiables y eficientes, de igual manera en 2014 implementó un modelo de gestión orientada a la producción sin desperdicios denominado proceso Lean Manufacturing, el cual es un proceso de producción esbelta que brinda alta calidad minimizando tiempos y costos [28].

En la actualidad la empresa es líder en la construcción y mantenimiento de transformadores, ya que sus productos son de calidad mundial al cumplir con normativas y poseer varias certificaciones, por ende, busca mejorar día a día y ofrecer productos y servicios de calidad a su distinguida clientela.



Figura 11: Empresa Ecuatran S.A.

Tabla 10: Ubicación de la empresa

Ubicación de la empresa	
Provincia	Tungurahua
Ciudad	Ambato
Parroquia	Santa Rosa
Dirección	Calle Venezuela S/N y Bernardino Echeverría (Km 71/2 vía a Guaranda)

Productos que elabora la empresa Ecuatran S.A.



Figura 12: Productos que elabora la empresa [28]

3.2. Recolección de datos

Se realizó una visita técnica, mediante inspección visual y diálogo directo con el personal de la Empresa Ecuatran S.A. Se logró identificar que existen dos líneas de producción definidas, en la cual constan la construcción de transformadores monofásicos y trifásicos. El proceso de construcción para cada una de las líneas inicia de la misma manera ya que las actividades productivas son bobinado, metalmecánica y núcleos. Cada pedido se lo realiza dependiendo de las especificaciones del cliente en donde varía la fase, potencia, volteje entre otros requerimientos.

Para el desarrollo del proyecto es indispensable conocer las áreas y distintas actividades que se realizan en la planta, la figura 13 presenta un esquema básico del proceso de fabricación de transformares monofásicos y trifásicos



Figura 13: Esquema básico del proceso de fabricación de un transformador [31].

El presente proyecto está enfocado directamente en el área de metalmecánica en donde se identificaron distintas máquinas y equipos que son vitales para la fabricación del tanque que cuenta con distintos elementos metálicos. En esta área existen varias máquinas con diferentes actividades tales como:

- Medición
- Corte
- Doblado
- Soldadura

- Barolado
- Formado
- Perforado
- Embutido
- Granallado

3.3. Inventario de equipos del área de metalmecánica

Permite determinar la cantidad de activos de una empresa o área de estudio, a continuación, se muestra el listado de la maquinaria del área de metalmecánica de la empresa Ecuatran S.A. en donde se detalla el nombre, marca y su código. La codificación se encuentra detallada en la mayoría de la maquinaria con las letras M-S y un número, mismo que se encuentra pintado en cada máquina.

Tabla 11: Inventario de maquinaria del área de metalmecánica

ECUATRAN S.A.				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
ÁREA DE METALMECÁNICA				
Ítem	Máquina/Equipo	Marca	Código	Funcionamiento
1	SOLDADORA MIG	TELWIN	M-S1.30	Óptimo
2	SOLDADORA MIG	TELWIN	M-S1.31	Óptimo
3	SOLDADORA MIG	TELWIN	M-S1.32	Óptimo
4	SOLDADORA MIG	TELWIN	M-S1.33	Óptimo
5	SOLDADORA MIG	TELWIN	M-S1.34	Óptimo
6	SOLDADORA MIG	TELWIN	M-S1.35	Óptimo
7	SOLDADORA MIG	TELWIN	M-S1.36	Fuera de servicio
8	CIZALLA HIDRÁULICA	NIAGARA	M-S2	Óptimo
9	BAROLADORA	FENNER	M-S3	Óptimo
10	ACANALADORA	BLUE VALLEY	M-S4	Óptimo
11	PERFORADORA HIDRÁULICA 4 ESTACIONES	BALDOR	M-S5	Óptimo
12	CORTADORA DE PLASMA	CEBORA	M-S6.3	Óptimo
13	CABINA DE GRANALLADO	PANGBORN	M-S7	Óptimo
14	CABINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA GRIS	S/N	M-S8.1	Óptimo
15	HORNO DE CURADO	S/N	M-S8.2	Óptimo
16	CABINA DE PINTURA ELECTROSTÁTICA VERDE	SIFAP	M-S8.3	Óptimo
17	PRENSA HIDRÁULICA	PACIFIC	M-S12	Óptimo
18	CIZALLA CIRCULAR	BLUE VALLEY	M-S13	Óptimo

ECUATRAN S.A.				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
ÁREA DE METALMECÁNICA				
Ítem	Máquina/Equipo	Marca	Código	Funcionamiento
19	REBORDEADORA	BLUE VALLEY	M-S14	Óptimo
20	PRENSA HIDRÁULICA	HILL ACME	M-S15	Óptimo
21	DOBLADORA HIDRÁULICA	NIAGARA	M-S16	Óptimo
22	BAROLADORA DE BANDAS DE CIERRE	BLUE VALLEY	M-S18	Óptimo
23	BALANZA ELECTRÓNICA	CASIO	M-S26.1	Óptimo
24	SOLDADORA DE PUNTO	TECNA	M-S30	Óptimo
25	TALADRO DE BANCADA	Chen Fwa	M-S41.1	Óptimo
26	PUENTE GRÚA	S/N	M-S44.E	Óptimo
27	PUENTE GRÚA	S/N	M-S44.A	Óptimo
28	PUNZONADORA CNC	S/N	M-S61	Fuera de servicio
29	TRONZADORA	BOSCH	M-S69.1	Óptimo
30	PLEGADORA HIDRÁULICA	CIMATIC	M-S70	Óptimo
31	PLEGADORA	ADH	M-S70.2	Óptimo
32	CIZALLA HIDRÁULICA	CINCINNATI	M-S75	Óptimo
33	DOBLADORA HIDRÁULICA	NIAGARA	M-S76	Óptimo
34	CORTADORA FLOW CNC	WATERJET	M-S89	Fuera de servicio
35	PANELADORA	TONGLI	M-S94	Óptimo
36	SOLDADORA DE PANELES	TONGLI	M-S95	Óptimo
37	CORTADORA DE PLASMA CNC	STELL TAYLOR	M-S98	Óptimo
38	ESMERIL DE BANCO	CENTURY	M-SA.1	Óptimo
39	AMOLADORA	INGCO	M-S022-520	Óptimo
40	AMOLADORA	INGCO	M-S022-521	Óptimo
41	AMOLADORA	INGCO	M-S022-522	Óptimo
42	AMOLADORA	INGCO	M-S022-523	Óptimo
43	AMOLADORA	INGCO	M-S022-524	Óptimo
44	AMOLADORA	DEWALT	M-S022-525	Óptimo
45	AMOLADORA	DEWALT	M-S022-526	Óptimo
46	AMOLADORA	DEWALT	M-S022-527	Óptimo

3.4. Fichas técnicas de la maquinaria

Una vez realizado el listado de máquinas existentes en el área en la cual se realiza el estudio, se procedió a elaborar las respectivas fichas técnicas en donde se detallan su condición y los datos más importantes de cada una de ellas, mismos que servirán en un futuro al presentarse una posible falla. Desde la tabla 12 hasta la tabla 37 se muestran las fichas técnicas de la maquinaria.

Tabla 12: Soldadora MIG

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 1	CÓDIGO: M-S1.30	
	SOLDADORA MIG		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MARCA	TELWIN	
	MODELO	MASTERMIG 400	
	N° DE SERIE	827004	
	PRIORIDAD	ALTA	
	COLOR	ROJO	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PROCEDENCIA	ITALIA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		VOLTAJE	
LARGO	83 cm	FRECUENCIA	
ANCHO	56 cm	AMPERAJE	
ALTO	94 cm	POT. MAX.	
PESO	100 kg	BOBINA	
FUNCIÓN			
Apuntar y soldar accesorios, piezas y seguros en los tanques			

Tabla 13: Cizalla Hidráulica

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 2	CÓDIGO: M-S2	
	CIZALLA HIDRÁULICA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	IF-10-1/4	
	MARCA	NIAGARA	
	N° DE SERIE	65238	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	SEMI-ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		ESPESOR MÁXIMO	
LARGO	365 cm	CUCHILLA	
ANCHO	150 cm	POTENCIA	
ALTO	165 cm	MOTOR	
PESO	7000 kg	VOLTAJE	
FUNCIÓN			
Medir, cortar material para el cilindro del tanque			

Tabla 14: Baroladora

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA		FICHA TÉCNICA N°: 3	CÓDIGO: M-S3
	BAROLADORA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	S/N	
	MARCA	FENNER	
	N° DE SERIE	DZ 04975	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	INGLATERRA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD MÁXIMA	6 mm
LARGO	220 cm	MOTOR	5 HP
ANCHO	70 cm	VOLTAJE	220 V
ALTO	125 cm	RODILLOS	3
PESO	400 kg	RADIO	20:01
FUNCIÓN			
Encargada de rolar el cilindro de los tanques			

Tabla 15: Acanaladora


	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA		FICHA TÉCNICA N°: 4	CÓDIGO: M-S4
	ACANALADORA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	FLANGER 05-781	
	MARCA	BLUE VALLEY	
	N° DE SERIE	S/N	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	SEMI-ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD MÁXIMA	6 mm
LARGO	160 cm	MOTOR	5 HP
ANCHO	70 cm	VOLTAJE	220 V
ALTO	95 cm	FRECUENCIA	60 Hz
PESO	350 kg	AMPERAJE	s/n
FUNCIÓN			
Permite acanalar el cilindro del tanque y ubicar la base			

Tabla 16: Perforadora hidráulica 4 estaciones

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 5		CÓDIGO: M-S5
	PERFORADORA HIDRÁULICA 4 ESTACIONES		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	KMT & 53PP	
	MARCA	KENTUCKY	
	N° DE SERIE	141680	
	PRIORIDAD	ALTA	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	SEMI-ÓPTIMO	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD MAX.	6 mm
LARGO	460 cm	FRECUENCIA	60 Hz
ANCHO	132 cm	VOLTAJE	230/460 V
ALTO	230 cm	AMPERAJE	S/N
PESO	5000 kg	POTENCIA	S/N
FUNCIÓN			
Realizar perforaciones para tanques y accesorios			

Tabla 17: Cortadora de plasma

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 6		CÓDIGO: M-S6.3
	CORTADORA DE PLASMA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MARCA	CEBORA	
	MODELO	PC10051/T	
	N° DE SERIE	S/N	
	PRIORIDAD	ALTA	
	COLOR	ROJO	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PROCEDENCIA	ESPAÑA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		VOLTAJE	400-440V
LARGO	504 mm	FRECUENCIA	50-60 Hz
ANCHO	558 mm	CICLO (10min, 40°C)	50% - 100 A
ALTO	297 mm	POT. MAX.	14 KW-100%
PESO	34 Kg	LON. ANTORCHA	6 m
FUNCIÓN			
Realizar cortes de materiales de distinto espesor con un buen acabado			

Tabla 18: Prensa hidráulica

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 7	CÓDIGO: M-S 12	
	PRENSA HIDRÁULICA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	S/N	
	MARCA	PACIFIC	
	N° DE SERIE	S/N	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIODAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U. A	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		FUERZA MAX.	60 Ton
LARGO	100 cm	POTENCIA MOTOR	25 HP
ANCHO	175 cm	CALIBRE	1530 PSI
ALTO	350 cm	VOLTAJE	230/460 V
PESO	10000 kg	FRECUENCIA	50 - 60 Hz
FUNCIÓN			
Presar y perforar las tapas del transformador			

Tabla 19: Cortadora circular

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 8	CÓDIGO: M-S13	
	CORTADORA CIRCULAR		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	SHEAR 40-781	
	MARCA	BLUE VALLEY	
	N° DE SERIE	3016943	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	SEMI-ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD DE CORTE	6.35 mm
LARGO	250 cm	GARGANTA	394 mm
ANCHO	100 cm	DIÁMETRO CIRCULO	305-313 mm
ALTO	155 cm	VELOCIDAD DE CORTE	40 FPM
PESO	2000 kg	MOTOR	3 HP
FUNCIÓN			
Se utiliza para cortar el círculo para la tapa del tanque			

Tabla 20: Rebordeadora

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METAL MECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 9	CÓDIGO: M-S14	
	REBORDEADORA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	FLANGER 3-781	
	MARCA	BLUE VALLEY	
	N° DE SERIE	3016942	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD	1.5 - 6 mm
LARGO	275 cm	MOTOR ACCION.	6.82 HP
ANCHO	90 cm	VOLTAJE	40 V
ALTO	160 cm	VELOCIDAD	1750 RPM
PESO	1000 kg	FRECUENCIA	50 Hz
FUNCIÓN			
Formar la base del tanque			

Tabla 21: Prensa hidráulica

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 10	CÓDIGO: M-S15	
	PRENSA HIDRÁULICA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	S/N	
	MARCA	HILL ACME	
	N° DE SERIE	81SE-015-01	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	MEDIA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD MÁXIMA	7/8-en placa de 3/4
LARGO	210 cm	MOTOR	10 HP
ANCHO	150 cm	FUERZA MAX	50 ton
ALTO	240 cm	CORTE ÁNGULO	3"X3"X5/16"
PESO	4000 kg	PLACAS	5/16"
FUNCIÓN			
Troquelar soportes de montaje, fijación e izado			

Tabla 22: Dobladora hidráulica

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 11	CÓDIGO: M-S16	
	DOBLADORA HIDRÁULICA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	HD-100-8-10	
	MARCA	NIAGARA	
	N° DE SERIE	51668	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		FUERZA MÁXIMA	100 Toneladas
LARGO	140 cm	CARRERA	18 cm
ANCHO	305 cm	MOTOR	10 HP
ALTO	236 cm	TRANSMISIÓN	2 Velocidades
PESO	15000 kg	VOLTAJE	220 V
FUNCIÓN			
Doblar marcos, soportes de fijación y embutir el logotipo del cliente			

Tabla 23: Conformadora de bandas de cierre

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 12	CÓDIGO: M-S18	
	CONFORMADORA DE BANDAS DE CIERRE		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	S/N	
	MARCA	BLUE VALLEY	
	N° DE SERIE	S/N	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	SEMI-ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	BAJA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD MÁXIMA	6 mm
LARGO	70 cm	MOTOR	3 HP
ANCHO	70 cm	VOLTAJE	220 V
ALTO	125 cm	FRECUENCIA	60 Hz
PESO	150 kg	AMPERAJE	s/n
FUNCIÓN			
Encargada de conformar bandas de cierre del cilindro			

Tabla 24: Balanza electrónica

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA:	EQUIPO: X	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 13	CÓDIGO: M-S26.1	
	BALANZA ELECTRÓNICA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	X1	
	MARCA	CASIO	
	N° DE SERIE	S/N	
	COLOR	S/N	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	BAJA	
PROCEDENCIA	JAPON		
CLASIFICACIÓN	2		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES	80 X 60 cm	CAPACIDAD	500 Kg
POTENCIA	100/220 V	PRECISIÓN	0.01 Kg
FRECUENCIA	50/60 Hz	PANTALLA	LED
UNIDADES	Kg/Lbs	MEDIDA	AUTOMÁTICA
VOLTAJE	12 V	DÍGITOS	6
FUNCIÓN			
Determinar la masa de distintos materiales utilizados en la elaboración de tanques			

Tabla 25: Soldadora de punto



	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 14	CÓDIGO: M-S30	
	SOLDADORA DE PUNTO		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	TELEX 520134	
	MARCA	TECNA	
	N° DE SERIE	3418	
	COLOR	ROJO	
	ESTADO ACTUAL	SEMI-ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	MEDIA	
PROCEDENCIA	ITALIA		
CLASIFICACIÓN	2		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		REFRIGERACIÓN AGUA	240 L/H
LARGO	23 cm	VOLTAJE	220V
ANCHO	83 cm	POTENCIA REAL	62 KVA
ALTO	116 cm	FRECUENCIA	50 Hz
PESO	150 kg	AMPERAJE	100% - 3800
FUNCIÓN			
Soldar banda de tierra a la tapa del transformador			

Tabla 26: Taladro de bancada

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA:	EQUIPO:	HERRAMIENTA: X
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 15	CÓDIGO: M-S41.1	
	TALADRO DE BANCADA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	N/A	
	MARCA	Chen Fwa	
	N° DE SERIE	N/A	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	SEMI-ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	MEDIA	
	PROCEDENCIA	Taiwán	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		POTENCIA	2.2 KW
LARGO	52 cm	AMPERAJE	15 A
ANCHO	24 cm	VOLTAJE	600 V
ALTO	180 cm	VELOCIDAD	400-3000 RPM
PESO	80 kg	SISTEMA	ELÉCTRICO
FUNCIÓN			
Perforación del portaplaca			

Tabla 27: Puente grúa

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA:	EQUIPO:	HERRAMIENTA: X
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 16	CÓDIGO: M-S44.A	
	PUENTE GRÚA A		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	S/N	
	MARCA	S/N	
	N° DE SERIE	S/N	
	COLOR	AMARILLO	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	ECUADOR	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
		CAPACIDAD	2 Toneladas
FUNCIÓN			
Utilizado para elevar y transportar cargas pesadas			

Tabla 28: Tronzadora



	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	FICHA TÉCNICA	N° 17	CÓDIGO: M-S69.1
FOTOGRAFÍA	HERRAMIENTA: X	EQUIPO:	
	TRONZADORA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	GCO 220	
	MARCA	BOSCH	
	N° DE SERIE	3 601 M37 1GO	
	COLOR	GRIS	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	BAJA	
	PROCEDENCIA	CHINA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		POTENCIA	2200 W
LARGO	520 mm	VOLTAJE	127 V
HANCHO	256 mm	VELICIDAD GIRO	3800 rpm
ALTO	400 mm	DIM. INT. DISCO	25.4 mm
PESO	15 kg	DIM. DISCO	355 mm
FRECUENCIA	60 Hz	AMPERAJE	18.5 A
FUNCIÓN			
Es utilizada para realizar cortes longitudinales y transversales			

Tabla 29: Plegadora hidráulica

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA: 18	CÓDIGO: M-S70	
	PLEGADORA HIDRÁULICA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	WC 67K-200T/3200	
	MARCA	CIMATIC	
	N° DE SERIE	W2014-113	
	COLOR	AZUL-GRIS	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	ESPAÑA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		FUERZA MAX.	2000 KN
LARGO	328 cm	POTENCIA MOTOR	15 KW
ANCHO	154 cm	Lon. Máx. de Doblado	3200 mm
ALTO	270 cm	FRECUENCIA	60 Hz
PESO	11500 kg	VOLTAJE	220 V
FUNCIÓN			
Realiza diferentes plegados para tanques monofásicos y trifásicos			

Tabla 30: Plegadora ADH

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
ÁREA DE METALMECÁNICA			
MÁQUINA:	X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
	FICHA TÉCNICA: 19		CÓDIGO: M-S70.2
	PLEGADORA ADH		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	WC67K-200T/3200	
	MARCA	ADH	
	Nº DE SERIE	WC67K	
	COLOR	AZUL Y BLANCO	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	ESPAÑA	
CLASIFICACIÓN	2		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		FUERZA MAX.	2000 KN
LARGO	154 cm	VOLTAJE	220 V
ANCHO	330 cm	Lon. Máx. de Doblado	3200 mm
ALTO	246 cm	FRECUENCIA	60 Hz
PESO	10000 kg	SISTEMAS	Hidráulico-Eléctrico
FUNCIÓN			
Realiza diferentes plegados para tanques monofásicos y trifásicos			

Tabla 31: Cizalla hidráulica

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
ÁREA DE METALMECÁNICA			
EQUIPO:	X	MÁQUINA:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA		FICHA TÉCNICA Nº: 20	CÓDIGO: M-S75
	CIZALLA HIDRÁULICA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	2510	
	MARCA	CINCINNATI	
	Nº DE SERIE	32254	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD	3/8"
LARGO	210 cm	MOTOR	15 HP
HANCHO	330 cm	VOLTAJE	220 - 440 V
ALTO	230 cm	VELOCIDAD	25-30 CORTES/ MIN
PESO	15000 kg	GARGANTA	90 cm
FUNCIÓN			
Cortar material para la elaboración de accesorios de los tanques			

Tabla 32: Cortadora FLOW CNC

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 21	CÓDIGO: M-S89	
	CORTADORA FLOW CNC		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	712207-1	
	MARCA	WATERJET	
	N° DE SERIE	336732	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	CHINA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		PRESIÓN MÁXIMA	55 Kpsi
LARGO	366 cm	TENSIÓN TRIFÁSICA	480 V
ANCHO	185 cm	FRECUENCIA	60 Hz
ALTO	200 cm	AMPERAJE	57 A
PESO	2500 kg	POTENCIA	74.6 KW
FUNCIÓN			

Tabla 33: Paneladora

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 22	CÓDIGO: M-S94	
	PANELADORA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	BW 201709	
	MARCA	TONGLI	
	N° DE SERIE	170102	
	COLOR	AZUL	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	CHINA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		ANCHO DE ALETA	300 - 1600 mm
LARGO	630 cm	ALTURA DE ALETA	50 - 400 mm
ANCHO	246 cm	POTENCIA	43 KW
ALTO	250 cm	ESPESOR DE CHAPA	1.0 - 1.5 mm
PESO	20000 kg	VELOCIDAD	3 aletas/min
SISTEMAS PRINCIPALES			
SISTEMA DE CONTROL DE PLC		SISTEMA NEUMÁTICO	
TRANSFORMADOR DE ALETA		SISTEMA MECÁNICO	
DISPOSITIVO DE TRANSMISIÓN		CIZALLA HIDRÁULICA	
FUNCIÓN			
Máquina dedicada a la elaboración y formación de paneles			

Tabla 34: Soldadora de paneles

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
	FICHA TÉCNICA N°: 23		CÓDIGO: M-S95
	SOLDADORA DE PANELES		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO		S/N
	MARCA		TONGLI
	N° DE SERIE		1701021
	COLOR		AZUL
	ESTADO ACTUAL		ÓPTIMO
	PRIORIDAD		ALTA
	PROCEDENCIA		CHINA
CLASIFICACIÓN		2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		ANCHO DE ALETA	300 - 1600 mm
LARGO	270 cm	ALTURA DE ALETA	50 - 400 mm
ANCHO	190 cm	VOLTAJE	380/415V
ALTO	220 cm	POTENCIA Sis Eléc.	3 KW
PESO	2750 kg	FRECUENCIA	50 Hz
		ENERGÍA SOLDADURA	14..7 KW
SISTEMAS PRINCIPALES			
2 SOLDADORAS TIG		SISTEMA MECÁNICO	
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN		SISTEMA DE CONTROL ELÉCTRICO	
PANEL DE CONTROL		DISPOSITIVO DE TRANSMISIÓN	
FUNCIÓN			
Soldar las aletas corrugadas			

Tabla 35: Cortadora de plasma CNC

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA: X	EQUIPO:	HERRAMIENTA:
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 23		CÓDIGO: M-S98
	CORTADORA DE PLASMA CNC		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	SMART III	
	MARCA	STEEL TAILOR	
	N° DE SERIE	125173094-8	
	COLOR	CAFÉ	
	ESTADO ACTUAL	SEMI - ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	ALTA	
	PROCEDENCIA	E.U.A.	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		CAPACIDAD MAX	6 mm
LARGO	3400 cm	POTENCIA	200 W
ANCHO	2200 cm	VOLTAJE	110/220 V
ALTO	160 cm	ÁREA DE CORTE	1.5 X 3 m
PESO	160 kg	VELOCIDAD MAX	4000mm/min
FRECUENCIA	60/50 Hz	VELOCIDAD CARRERA	5000mm/min
FUNCIÓN			
Cortar accesorios con acabado perfecto			

Tabla 36: Esmeril de banco

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA:	EQUIPO:	HERRAMIENTA: X
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 24		CÓDIGO: M-SA.1
	ESMERIL DE BANCO		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	MD -150	
	MARCA	CENTURY	
	N° DE SERIE	N/A	
	COLOR	TURQUESA	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	MEDIA	
	PROCEDENCIA	CHINA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		POTENCIA	1/2 HP
LARGO	20 cm	VOLTAJE	320 V
ANCHO	40 cm	FRECUENCIA	60 Hz
ALTO	20 cm	RPM	3450
PESO	12 kg	DIM. PIEDRA	150D X 16 X 12.7 mm
FUNCIÓN			
Eliminación de rebabas de piezas pequeñas y afilado de herramientas			

Tabla 37: Amoladora

	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
	MÁQUINA:	EQUIPO:	HERRAMIENTA: X
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°: 25	CÓDIGO: M-S022-190	
	AMOLADORA		
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MODELO	UAG240082	
	MARCA	INGCO	
	N° DE SERIE	S/N	
	COLOR	AMARILLO	
	ESTADO ACTUAL	ÓPTIMO	
	PRIORIDAD	MEDIA	
	PROCEDENCIA	CHINA	
	CLASIFICACIÓN	2	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		VELOCIDAD	8000 RPM
LARGO	60 cm	POTENCIA	2400 W
ANCHO	25 cm	VOLTAJE	110-120V
ALTO	11 cm	AMPARRAJE	15 A
PESO	3 kg	FRECUENCIA	60 Hz
FUNCIÓN			
Herramienta utilizada para pulir cilindros			

3.5. Estadístico de mantenimiento


Para la elaboración de estadístico de mantenimiento se redactan las actividades de mantenimiento de los distintos equipos con su fecha realizada, en donde es muy importante considerar las horas que opera la máquina/equipo por día, ya que en la empresa Ecuatran S.A. existen máquinas que trabajan 2 turnos de 8 horas cada día y otras solamente un turno de 8 horas al día. En la matriz de cada máquina se detallan actividades preventivas tales como inspección, limpieza, lubricación y remplazo de ser el caso. Se consideraron los siguientes indicadores.


Tabla 38: Indicadores de mantenimiento


Descripción	Fórmula
MTBF: Tiempo medio entre fallos	$MTBF = \frac{To_1 + To_2 + To_n}{\sum n}$
MTTR: Tiempo medio de reparación	$MTTR = \frac{Tr_1 + Tr_2 + Tr_n}{\sum n}$
λ : Tasa de fallos	$\lambda = \frac{1}{MTBF}$
μ : Tasa de reparación	$\mu = \frac{1}{MTTR}$
D: Disponibilidad	$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$
C: Confiabilidad	$C = \frac{\text{Tiempo de operación} - \text{tiempo de parada}}{\text{Tiempo de operación}}$


A continuación, desde la tabla 39 hasta la tabla 41 se puede observar el estadístico de mantenimiento de tres máquinas distintas. En el anexo 2 se encuentra el estadístico del resto de la maquinaria.

Tabla 39: Parámetros de mantenimiento de M-S1.30

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	Soldadoras TELWIN	Código	M-S1.30	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					68,6	0,01	0,4	2,3	99,4	274,2	2,1	99,2
	Revisión general visual	7/1/2022	60,00	0,5	0,1	0,6								
	Limpieza total de la máquina	14/1/2022	71,40	0,5	0,1	0,6								
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	21/1/2022	71,40	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	28/1/2022	71,40	0,25	0,01	0,26								
Febrero	Limpieza total de la máquina	4/2/2022	71,74	0,5	0,1	0,6	91,2	0,01	1,0	1,0	98,9	273,7	3,7	98,6
	Revisión del estado de los cables													
	Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona de remolque (rodillos, alimentador)	11/2/2022	71,40	1	0,4	1,4								
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas													
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	25/2/2022	130,60	1,5	0,2	1,7								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre													
Marzo	Limpieza total de la máquina	8/3/2022	94,30	0,5	0,1	0,6	87,1	0,01	0,5	2,0	99,4	261,2	1,7	99,3
	Revisión del estado de los cables													

 ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	Soldadoras TELWIN		Código	M-S1.30	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						12
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	18/3/2022	107,40	0,5	0,05	0,55								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	24/3/2022	59,45	0,5	0,05	0,55								
Abril	Limpieza total de la máquina	8/4/2022	143,45	0,5	0,1	0,6	86,0	0,01	0,9	1,1	99,0	344,2	3,9	98,9
	Revisión del estado de los cables													
	Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona de remolque (rodillos, alimentador)	15/4/2022	71,40	2	0,1	2,1								
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas													
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	21/4/2022	57,90	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	28/4/2022	71,40	0,5	0,1	0,6								
Mayo	Limpieza total de la máquina	6/5/2022	83,40	0,5	0,1	0,6	74,1	0,01	0,8	1,3	99,0	296,2	3,8	98,7
	Revisión del estado de los cables													
	Limpieza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados	13/5/2022	71,40	1,5	0,5	2								
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	20/5/2022	70,00	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	27/5/2022	71,40	0,5	0,05	0,55								

 ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	Soldadoras TELWIN	Código	M-S1.30	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Junio	Limpieza total de la máquina	3/6/2022	71,45	0,5	0,1	0,6	70,9	0,01	0,9	1,1	98,8	283,5	4,6	98,4
	Revisión del estado de los cables													
	Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona de remolque (rodillos, alimentador)	10/6/2022	71,40	2	0,8	2,8								
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas													
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	17/6/2022	69,20	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	24/6/2022	71,40	0,5	0,1	0,6								
Julio	Limpieza total de la máquina	8/7/2022	131,40	0,5	0,1	0,6	86,4	0,01	0,5	2,0	99,4	345,6	2,5	99,3
	Revisión del estado de los cables													
	Verificar el funcionamiento del voltímetro y amperímetro	15/7/2022	71,40	0,5	0,15	0,65								
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	22/7/2022	71,35	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	29/7/2022	71,40	0,5	0,1	0,6								
Agosto	Limpieza total de la máquina	5/8/2022	71,40	0,5	0,1	0,6	70,9	0,01	0,9	1,1	98,8	283,4	4,6	98,4
	Revisión del estado de los cables													
	Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona de remolque (rodillos, alimentador)	12/8/2022	71,40	2	0,8	2,8								

 ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	Soldadoras TELWIN	Código	M-S1.30	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	19/8/2022	69,20	0,5	0,1	0,6	91,4	0,01	0,5	2,0	99,5	274,2	1,8	99,3
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	26/8/2022	71,40	0,5	0,1	0,6								
Septiembre	Limpieza total de la máquina	2/9/2022	71,40	0,5	0,1	0,6	85,9	0,01	0,9	1,1	99,0	343,4	4,8	98,6
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	16/9/2022	131,40	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	23/9/2022	71,40	0,5	0,1	0,6								
Octubre	Limpieza total de la máquina	7/10/2022	131,40	0,5	0,1	0,6	85,9	0,01	0,9	1,1	99,0	343,4	4,8	98,6
	Revisión del estado de los cables													
	Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona de remolque (rodillos, alimentador)	14/10/2022	71,40	2	0,8	2,8								
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas													
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	21/10/2022	69,20	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	28/10/2022	71,40	0,5	0,25	0,75								
Noviembre	Limpieza total de la máquina	4/11/2022	71,25	0,5	0,1	0,6	66,3	0,02	0,7	1,4	99,0	331,4	4,5	98,7
	Revisión del estado de los cables													



 ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	Soldadoras TELWIN	Código	M-S1.30	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							12
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar el funcionamiento del voltímetro y amperímetro	18/11/2022	70,00	0,5	0,15	0,65								
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	25/11/2022	71,35	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	30/11/2022	47,40	0,5	0,1	0,6								
Diciembre	Limpieza total de la máquina	2/12/2022	35,40	0,5	0,1	0,6	61,9	0,02	1,0	1,0	98,4	247,4	5,3	97,9
	Revisión del estado de los cables													
	Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona de remolque (rodillos, alimentador)	9/12/2022	71,40	2	0,8	2,8								
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas													
	Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	16/12/2022	69,20	0,5	0,1	0,6								
	Verificación del estado de la pinza a tierra													
	Inspección de los rodillos de arrastre	23/12/2022	71,40	1	0,25	1,25								
DATOS ANUALES			3558,2	34,3	8,8	43,0	940,4	0,2	8,9	17,6	99,0	3558,2	43,0	98,8
FECHA DE ELABORACIÓN				DICIEMBRE 2022			ELABORADO POR			FRANKLIN QUISINTUÑA				

Tabla 40: Parámetros de mantenimiento de M-S2


	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S2	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					45,2	0,02	1,1	0,9	97,6	180,7	5,0	97,3
	Revisión general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Comprobar que no existan fugas	21/1/2022	46,90	1,5	0,15	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/1/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Febrero	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	4/2/2022	46,35	1	0,1	1,1	37,0	0,03	1,2	0,9	97,0	185,1	7,0	96,2
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Engrasar componentes mecánicos	10/2/2022	38,90	2	0,8	2,8								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	17/2/2022	45,20	1,25	0,15	1,4								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/2/2022	54,60	1,5	0,15	1,65									
Marzo	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	1/3/2022	14,35	1	0,1	1,1	58,6	0,02	1,4	0,7	97,6	234,5	7,0	97,0
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, portacuchilla)	13/3/2022	70,90	2	0,6	2,6								
	Comprobar que no existan fugas	20/3/2022	110,90	1,25	0,4	1,65								


Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S2	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	27/3/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Abril	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	3/4/2022	38,35	1	0,1	1,1	48,3	0,02	1,4	0,7	97,1	193,1	6,9	96,4
	Limpeza de la mesa y revisión de cuchilla	10/4/2022	38,90	2	0,5	2,5								
	Engrasar componentes mecánicos													
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/4/2022	69,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	28/4/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Mayo	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	5/5/2022	46,35	1	0,1	1,1	44,5	0,02	1,3	0,8	97,1	177,8	6,2	96,5
	Limpeza de la mesa y revisión de cuchilla	15/5/2022	54,90	1,5	0,3	1,8								
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)													
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	22/5/2022	38,20	1,25	0,4	1,65								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	29/5/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Junio	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	5/6/2022	38,35	1	0,1	1,1	38,3	0,03	1,4	0,7	96,4	153,1	6,9	95,5
	Limpeza de la mesa y revisión de cuchilla	12/6/2022	38,90	2	0,5	2,5								
	Engrasar componentes mecánicos													
	Revisión del bastón de control													
Comprobar que no existan fugas	19/6/2022	37,50	1,25	0,4	1,65									


Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S2	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	26/6/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Julio	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	4/7/2022	46,35	1	0,1	1,1	46,6	0,02	1,3	0,8	97,3	186,3	5,9	96,9
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	14/7/2022	70,90	1,5	0,15	1,65								
	Comprobar que no existan fugas	18/7/2022	22,35	1,25	0,1	1,35								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/7/2022	46,65	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Agosto	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	7/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	48,3	0,02	1,4	0,7	97,1	193,0	6,9	96,4
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Engrasar componentes mecánicos	14/8/2022	38,90	2	0,5	2,5								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/8/2022	37,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	28/8/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Septiembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	8/9/2022	70,35	1	0,1	1,1	62,6	0,02	1,6	0,6	97,6	250,5	6,2	97,5
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, portacuchilla)	15/9/2022	46,90	2,5	0,7	1,75								


Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S2	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan fugas	22/9/2022	86,90	1,25	0,4	1,65	46,3	0,02	1,4	0,7	97,0	185,1	6,9	96,3
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	29/9/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
Octubre	Rectificación de la cuchilla	2/10/2022	14,35	1	0,1	1,1								
	Engrasar componentes mecánicos	14/10/2022	78,90	2	0,5	2,5								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/10/2022	45,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/10/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Noviembre	Revisión y limpieza de filtros	6/11/2022	46,35	1	0,1	1,1								
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	11/11/2022	38,90	1,5	0,3	1,8								
	Comprobar que no existan fugas	20/11/2022	46,20	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/11/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Diciembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	1/12/2022	30,35	1	0,1	1,1								
	Engrasar componentes mecánicos	9/12/2022	54,90	2	0,5	2,5								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	16/12/2022	45,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	23/12/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
DATOS ANUALES			2286,00	66,75	12,50	77,80	562,2	0,26	16,4	8,9	97,1	2286,0	77,8	96,5


Tabla 41: Parámetros de mantenimiento de M-S3

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S3	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					53,0	0,02	1,3	0,8	97,7	212,0	5,8	97,3
	Revisión general visual	7/1/2022	60,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza externa de la máquina	14/1/2022	71,45	1	0,2	1,2								
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	14/1/2022	10,80	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	21/1/2022	69,70	1,5	0,2	1,7								
	Inspección y limpieza del motor													
	Revisión general del sistema eléctrico													
Febrero	Limpieza externa de la máquina	4/2/2022	130,30	1,5	0,2	1,7	85,0	0,01	1,8	0,57	98,0	340,0	8,0	97,6
	Inspección del estado de los rodillos													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control	11/2/2022	70,30	2	0,3	2,3								
	Engrase de rodamientos	18/2/2022	69,70	2	0,3	2,3								
	Engrasar componentes mecánicos													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	25/2/2022	69,70	1,5	0,2	1,7								
	Control del estado del tensor													
	Revisión general del sistema eléctrico													
Marzo	Limpieza externa de la máquina	4/3/2022	70,30	1,5	0,2	1,7	85,3	0,01	1,7	0,59	98,1	341,3	8,0	97,7
	Inspección del estado de los rodillos													
	Verificar el estado de los piñones	11/3/2022	70,30	2,5	0,35	2,85								
	Engrasar componentes mecánicos	18/3/2022	130,30	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S3	Área	Metalmecánica			Horas que opera por día (h)						12
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Control del estado del tensor	25/3/2022	70,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Abril	Limpieza externa de la máquina	1/4/2022	70,25	1,5	0,2	1,7	70,1	0,01	1,6	0,62	97,7	280,6	7,5	97,3
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control (pulsadores, brackers e interruptores)	8/4/2022	70,30	2	0,3	2,3								
	Engrase de rodamientos	15/4/2022	69,70	1,5	0,2	1,7								
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	22/4/2022	70,30	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Mayo	Limpieza externa de la máquina	6/5/2022	130,25	1	0,1	1,1	85,4	0,01	1,4	0,73	98,4	341,7	6,4	98,1
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Verificar el estado de los piñones	13/5/2022	70,90	1,5	0,25	1,75								
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	20/5/2022	70,25	1,5	0,25	1,75								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	27/5/2022	70,25	1,5	0,25	1,75								
	Control del estado del tensor													
Revisión general del sistema eléctrico														
Junio	Limpieza externa de la máquina	3/6/2022	70,25	1	0,1	1,1	70,1	0,01	1,6	0,62	97,7	280,6	7,5	97,3
	Inspección del estado de los rodillos													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control (pulsadores, brackers e interruptores)	10/6/2022	70,90	2	0,3	2,3								
	Engrase de rodamientos													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S3	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	17/6/2022	69,70	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Control del estado del tensor	24/6/2022	69,70	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Julio	Limpieza externa de la máquina	1/7/2022	70,25	1	0,2	1,2	70,6	0,01	1,2	0,84	98,3	282,3	5,7	98,0
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Verificar el estado de los piñones	8/7/2022	70,80	1	0,1	1,1								
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	15/7/2022	70,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	22/7/2022	70,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Agosto	Limpieza externa de la máquina	6/8/2022	130,25	1	0,1	1,1	76,1	0,01	1,6	0,62	97,9	304,6	7,5	97,6
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control (pulsadores, brackers e interruptores)	13/8/2022	58,90	2	0,3	2,3								
	Engrase de rodamientos													
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	20/8/2022	57,70	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Control del estado del tensor	27/8/2022	57,70	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Septiembre	Limpieza total de la máquina	2/9/2022	58,25	1	0,1	1,1	82,6	0,01	1,4	0,73	98,4	330,3	5,0	98,5

 ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S3	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar el estado de los piñones, poleas y bandas	9/9/2022	70,90	1,5	0,25	0,375								
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	16/9/2022	130,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	23/9/2022	70,25	1,5	0,25	1,75								
	Control del estado del tensor													
	Revisión general del sistema eléctrico													
Octubre	Limpieza externa de la máquina	7/10/2022	130,25	1	0,1	1,1	85,1	0,01	1,6	0,62	98,1	340,6	7,5	97,8
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control (pulsadores, brackers e interruptores)	14/10/2022	70,90	2	0,3	2,3								
	Engrase de rodamientos	21/10/2022	69,70	2	0,3	2,3								
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	28/10/2022	69,70	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Noviembre	Limpieza externa de la máquina	4/11/2022	70,25	1	0,1	1,1	64,6	0,02	1,2	0,84	98,2	258,4	5,6	97,8
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Verificar el estado de los piñones	13/11/2022	70,90	1	0,1	1,1								
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	20/11/2022	58,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Control del estado del tensor	27/11/2022	58,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													

 ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BAROLADORA		Código	M-S3	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						12
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTB F (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Diciembre	Limpieza externa de la máquina	1/12/2022	46,25	1	0,1	1,1	67,1	0,01	1,6	0,62	97,6	268,5	7,6	97,2
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control (pulsadores, brackers e interruptores)	9/12/2022	82,90	2	0,4	2,4								
	Engrase de rodamientos													
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	16/12/2022	69,60	2	0,3	2,3								
	Control del estado del tensor													
	Inspección y limpieza del motor	23/12/2022	69,70	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
DATOS ANUALES			3580,50	71,75	11,30	81,68	842,14	0,15	16,69	7,38	98,05	3368,55	75,93	97,73
FECHA DE ELABORACIÓN			DICIEMBRE 2022				ELABORADO POR			FRANKLIN QUISINTUÑA				

3.6. Matriz AMFE

En base a la NTP 679 realizamos matrices AMFE para la maquinaria del área de metalmecánica, cabe recalcar que esta metodología es utilizada industrialmente para obtener mayores resultados en la planificación del mantenimiento. La matriz detecta los elementos y sistemas críticos que más tienden a fallar y así, conocer sus efectos, causas y medidas a tomar.

Para los índices de frecuencia, detección y de gravedad se procedió a realizar una tabla de valoración, misma que se presenta a continuación en la tabla 42.


Tabla 42. Criterios para la realización de matriz AMFE

Tabla de valoración		
Frecuencia	Gravedad	Detección
Imposible (1-2)	Insignificante (1-2)	Probabilidad detección muy elevada (1-2)
Remota (3-4)	Moderado (3-4)	Probabilidad detección elevada (3-4)
Ocasional (5-6)	Importante (5-6)	Probabilidad detección moderada (5-6)
Frecuente (7-8)	Crítico (7-8)	Probabilidad detección escasa (7-8)
Muy frecuente (9-10)	Catastrófico (9-10)	Probabilidad detección muy escasa (9-10)

Es importante mencionar que al multiplicar los criterios mencionados anteriormente se obtiene el IPR (Índice de Prioridad de Riesgo), el cual se menciona en la NTP 679 que si el valor es mayor a 100 el riesgo es alto, por ende, en las matrices realizadas en este proyecto se resaltarán de color rojo, ya que ese componente puede ser en donde probablemente acontezca un fallo.


A continuación, desde la tabla 43 hasta la tabla 45 se puede observar las matrices AMFE de tres máquinas distintas. En el anexo 3 se encuentran las matrices del resto de la maquinaria.

Tabla 43: Matriz AMFE de M-S1.31

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		SOLDADORA MIG		Código	M-S1.31	Marca	TELWIN				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Antorcha	Es el encargado de transferir el metal de aporte a la soldadura, permite el paso de corriente, hilo-electrodo y del gas	No permitir el paso del gas protector	Taponamiento en el terminal	Polvo metálico en la zona del terminal	Ausencia de gas protector y falta de fusión	5	7	3	105	Limpieza en los terminales del soplete
			No permitir el paso del hilo-electrodo	Mala manipulación del personal	Mal ajuste del terminal del soplete (boquilla, tubo y difusor de gas)	No permite realizar el proceso de soldadura	4	8	3	96	Realizar un ajuste adecuado de los terminales del soplete
2	Alimentador de hilo	Su función es desplazar el hilo-electrodo que se encuentra en una bobina, hacia el soplete y luego a la zona de soldadura	Falla en el motor del alimentador	Deterioro	Polvo metálico en la zona del remolque	Puede dejar de funcionar el motor, atascamiento de del hilo-electrodo	3	8	3	172	Limpiar el polvo metálico en la zona del remolque (rodillos, alimentador)
			Rodillo en mal estado	Desgaste	Rodillos colocados de manera inadecuada	No permitir el correcto desplazamiento del hilo-electrodo	3	9	4	108	Comprobar con frecuencia el estado de desgaste de los rodillos


MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo	SOLDADORA MIG		Código	M-S1.31	Marca	TELWIN					
Fecha de elaboración	25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López					
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
3	Pinza de masa	Está sujeta a un cable que permite la conexión eléctrica entre el generador y el material base	Agarre defectuoso	Deterioro	Mala ubicación al momento de soldar	Mala circulación de la corriente	5	3	2	30	Colocar la pinza en un lugar adecuado para evitar el deterioro
4	Generador	Es el encargado de alimentar la zona de soldadura con el material de aporte	Tarjeta electrónica en mal estado	Desgaste, rotura de cables	Alojamiento de polvo dentro del generador	Paro del generador, máquina fuera de servicio	3	9	5	135	Limpieza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados
5	Bombona de gas de protección	Almacenar el gas de protección	Fisuras	Desgaste	Golpes al momento de cambiarla	Fugas de gas	3	8	2	48	Revisar con frecuencia el estado de la bombona para evitar fisuras
6	Manómetro	Ayuda a señalar la presión y caudal de trabajo de gas de la bombona	Fugas internas y externas	Deterioro	Golpes o abolladuras	Mala lectura de presión y caudal del gas de protección	3	6	2	36	Revisar periódicamente si el manómetro está señalando valores adecuados
7	Cable de masa	Unir y energizar la pinza de masa	Cables en mal estado	Incorrecta manipulación del cable	Dejar en lugares a altas temperaturas	Funcionamiento inadecuado de la pinza	4	6	2	48	Evitar dejar el cable en zonas con alta temperatura
8	Interruptor de encendido	Permite poner en funcionamiento la máquina	Rotura del interruptor	Rotura	Manipulación inadecuada	Máquina fuera de servicio	3	5	3	45	Activar el interruptor con fuerza moderada

Tabla 44: Matriz AMFE de M-S2

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		CIZALLA HIDRÁULICA		Código	M-S2	Marca	NIAGARA				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Bastón de accionamiento	Se encarga del controlar la acción de corte	Pedal en mal estado e inactivo	Mala manipulación del personal	Mantener pulsado el pedal innecesariamente	Máquina en modo de paro	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes, o sustitución
2	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta	Daños en los botones y paro	4	8	3	96	Inspección y remplazo de botones defectuosos
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisión y cambio de cables en mal estado
4	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento o	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		CIZALLA HIDRÁULICA		Código	M-S2	Marca	NIAGARA				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
5	Bomba hidráulica	Brinda presión para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja y el funcionamiento será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
6	Mangueras de alta presión	Transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario remplazarlas
7	Depósito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Estanqueidad	No cambiar el aceite a tiempo	Taponamiento de las mangueras	2	7	5	70	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
8	Cuchilla	Se encarga de realizar el corte	Cuchillas en mal estado	Desgaste	Cortar materiales muy duros o de gran espesor	Cortes defectuosos	4	8	4	128	Inspecciones frecuentes, afilado o sustitución
9	Bancada	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de cortar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
10	Mesa de trabajo	Permite apoyar la chapa antes de cortarla	Mesa en mal estado	Desgaste	Golpes, exceso de peso	Fisuras en la mesa de trabajo	2	5	3	30	Inspección visual del estado de la mesa
11	Guías	Permite realizar el corte de placas	Guías mal apuntaladas	Mala manipulación del personal	Pernos sin ajustar o aislados	Cortes de mala calidad	2	9	4	72	Verificar periódicamente el estado de las guías

Tabla 45: Matriz AMFE de M-S3

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		BAROLADORA		Código	M-S3	Marca	FENNER				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Rodillos	Su función es formar una circunferencia en la chapa metálica	Fisuras en los rodillos	Golpes y por desgaste	Exceso de presión del tensor	Defectos al momento de rolar un cilindro	2	8	4	64	Inspección visual y constante de los rodillos
2	Caja de control	Encargado de controlar las funciones de la máquina	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta	Daños en los botones y paro de la máquina	4	8	3	96	Verificar la caja de control interna y externamente
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios excesivos de voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisar frecuentemente las conexiones eléctricas
4	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	2	8	7	112	Revisar frecuentemente la fuente de alimentación
5	Poleas	Utilizada para transmitir la potencia de un elemento a otro	Desgaste en los dientes	Desgaste	Exceso de torsión	La transmisión del movimiento variara	4	6	4	96	Inspección visual
6	Tensor	Ejercer la fuerza de presión en los rodillos	Hilos del perno desgastados	Ruptura	Aflojar el tensor en funcionamiento	Falta de presión al momento de rolar la chapa	3	7	5	105	Reemplazar el tensor
7	Bandas de transmisión	Permite abrazar o unir poleas con el fin de transmitir la potencia	Bandas en mal estado	Desgaste	Poleas desalineadas	No transmitir la potencia necesaria	4	6	3	72	Inspección de las bandas y cambio de ser necesario

3.7. Gamas de mantenimiento anual

En este apartado se desarrollaron gamas de mantenimiento para las máquinas/equipos de la Empresa Ecuatran S.A., este documento permite agrupar las actividades de mantenimiento que se deben realizar, con la finalidad de gestionar la tarea de manera satisfactoria en la fecha establecida.

La planificación de las actividades de mantenimiento permitirá organizar, planificar y optimizar la gestión del mantenimiento en la empresa. Las gamas están elaboradas acorde a un código de colores que representa la frecuencia diaria, semanal, quincenal, mensual, semestral y anual, según lo amerite cada actividad, como se presenta a continuación.

Tabla 46: Código de colores

Código de colores	
Frecuencia	Color
Diario (D)	Verde
Semanal (S)	Azul
Quincenal (Q)	Naranja
Mensual (M)	Amarillo
Trimestral (T)	Gris
Semestral (St)	Rojo
Anual (A)	Púrpura

A continuación, desde la tabla 47 hasta la tabla 49 se pueden observar las gamas de mantenimiento anual de tres máquinas distintas. En el anexo 4 se encuentran las gamas del resto de la maquinaria.

Tabla 47: Gama de mantenimiento anual M-S1.30

ECUATRAN S.A.																																																																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																																																																				
Máquina/e quipo		Soldadora MIG												Código		M-S1.30	Área				Metalmecánica				Prioridad				Alta																																																																							
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	Fun.		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiem.				Octubre				Noviem.				Diciembr																																																			
			On	Off	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas																																																											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																				
Limpieza externa de la máquina	D	15	x		Green																																																																																															
Revisión y control de las conexiones eléctricas	S	30	x		Blue																																																																																															
Inspección del estado de los terminales del soplete (boquilla, tubo y difusor de	M	30	x		Yellow																																																																																															
Control del nivel de alambre de aporte	S	15	x	x	Blue																																																																																															
Verificar el funcionamiento del voltímetro y amperímetro	M	15	x		Yellow																																																																																															
Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	St	120	x																																																Red																																																	
Inspección de los rodillos de arrastre	Q	20	x		Orange																																																																																															
Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona de remolque (rodillos, alimentador)	T	60	x																																																Grey																																																	
Verificar el estado de la pinza a tierra	Q	10	x		Orange																																																																																															
Limpieza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados	A	90	x																																																Purple																																																	
Control del accionador del soplete	D	10	x		Green																																																																																															

Tabla 48: Gama de mantenimiento anual M-S2

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/e quipo	CIZALLA HIDRÁULICA												Código	M-S2	Área	Metalmecánica	Prioridad	Alta																																		
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	Fun.		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
			On	Off	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza externa de la máquina	D	30	x		[Green blocks]																																															
Revisión y control del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	S	30	x		[Blue blocks]																																															
Verificar que no existan ruidos extraños	S	15	x		[Blue blocks]																																															
Verificar sujeción de tuercas y pernos	M	60	x		[Yellow blocks]																																															
Inspección y limpieza del motor	T	75	x		[Grey blocks]																																															
Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla	S	15	x		[Green blocks]																																															
Limpieza y revisión de la caja de control	M	30	x		[Yellow blocks]																																															
Comprobar que no existan fugas	D	30	x		[Green blocks]																																															
Engrasar componentes mecánicos	T	120	x		[Grey blocks]																																															
Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	A	90	x		[Purple blocks]																																															
Verificar cojinetes, engranajes, ejes y topes	A	90	x		[Purple blocks]																																															
Control de los empaques del depósito y de la bomba hidráulica	St	60	x		[Red blocks]																																															
Lubricar e inspeccionar el filo de la cuchilla	St	30	x		[Red blocks]																																															
Limpieza y revisión de filtros (cambio)	St	45	x		[Red blocks]																																															
Revisar el desgaste de piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, portacuchilla)	A	60	x		[Purple blocks]																																															
Verificar el estado de las mangueras que transportan el fluido hidráulico	Q	30	x		[Yellow blocks]																																															
Revisión del bastón de control	D	15	x		[Green blocks]																																															
Verificar el nivel de aceite hidráulico	S	15	x		[Blue blocks]																																															

Tabla 49: Gama de mantenimiento anual M-S3

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/e quipo	BAROLADORA				Código	M-S3	Área	Metalmecánica	Prioridad	Alta																																										
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	On	Fun.	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
					Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza externa de la máquina	D	15	x		[Green shading]																																															
Revisión y control del sistema eléctrico	S	30	x		[Blue shading]																																															
Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	M	45	x		[Yellow shading]																																															
Inspección y limpieza del motor	T	75	x		[Grey shading]																																															
Inspección visual del estado de los rodillos	S	15	x		[Blue shading]																																															
Limpieza y revisión de la caja de control (pulsadores, breakers e interruptores)	M	30	x		[Yellow shading]																																															
Verificar que no existan ruidos extraños	M	15	x		[Yellow shading]																																															
Engrasar componentes mecánicos	T	120	x		[Grey shading]																																															
Revisión del estado de bandas y poleas	A	60	x		[Purple shading]																																															
Revisión y limpieza del perno tensor	St	30	x		[Red shading]																																															
Revisión del desgaste estructural	St	60	x		[Red shading]																																															

3.8. Implementación del plan de mantenimiento preventivo mediante el software MP 10

Este Software cuenta con 3 aplicaciones:

- Gestión de mantenimiento
- Inventario de repuestos
- Control de herramientas

En el presente proyecto se utilizó gestión del mantenimiento, a continuación, se muestra el diagrama de flujo de como trabaja el software MP 10.

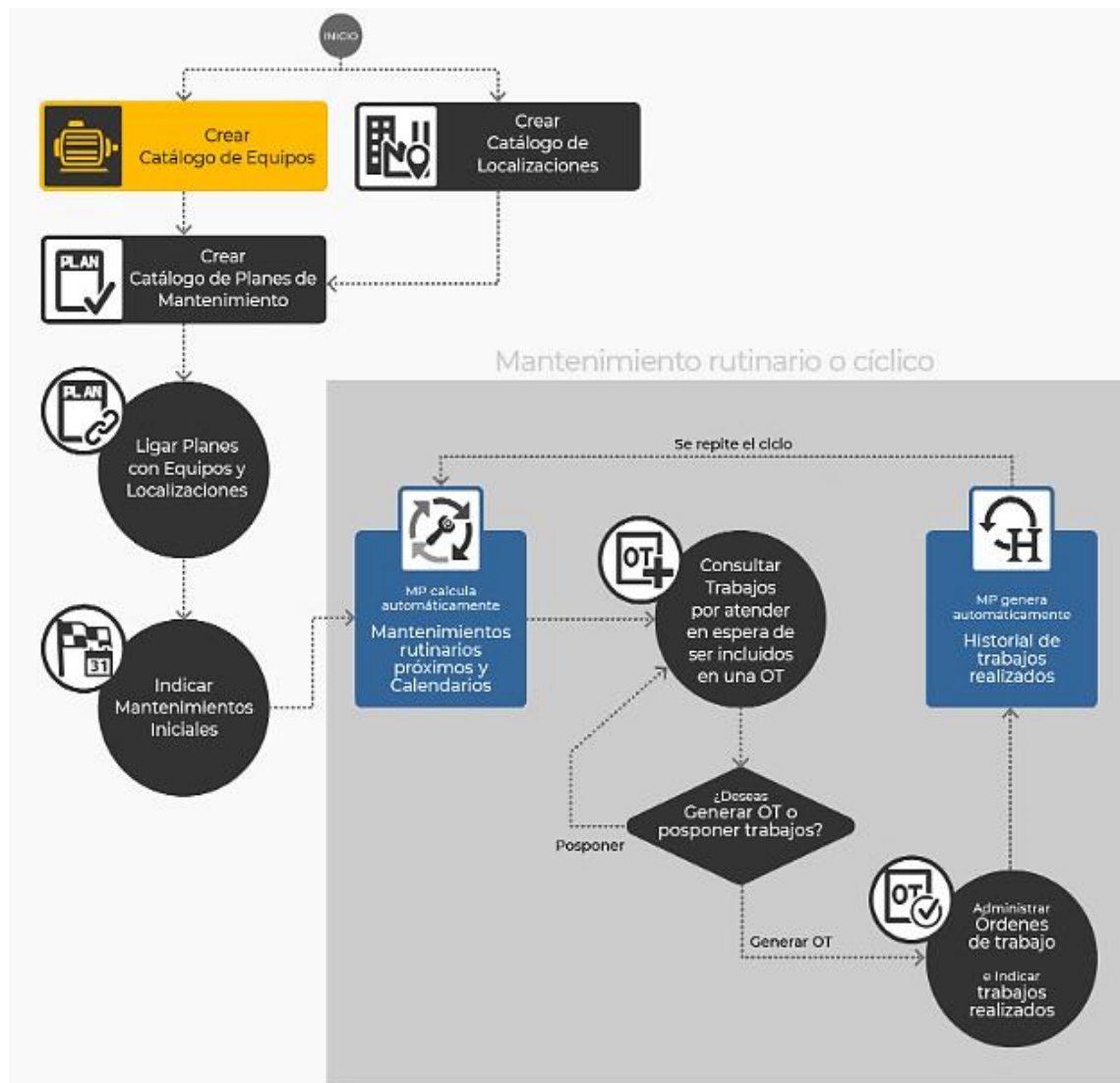


Figura 14: Diagrama de flujo de MP 10 [32]

A continuación, realiza un breve resumen de cómo se trabajó en el software. Cabe resaltar que existe un centro de aprendizaje virtual del MP versión 10, el cual explica paso a paso como implementar un plan de mantenimiento preventivo.

- Se inició generando catálogos de los equipos del área de metalmecánica, en donde se pretende realizar y controlar el mantenimiento. La información es amplia ya que se ingresan datos técnicos, fotografías, historial de mantenimiento, historial de fallas, historial de repuestos, etc. La figura mostrada a continuación muestra la interfaz e inicio del programa en donde se ingresan los datos en el menú equipos y posteriormente su localización.

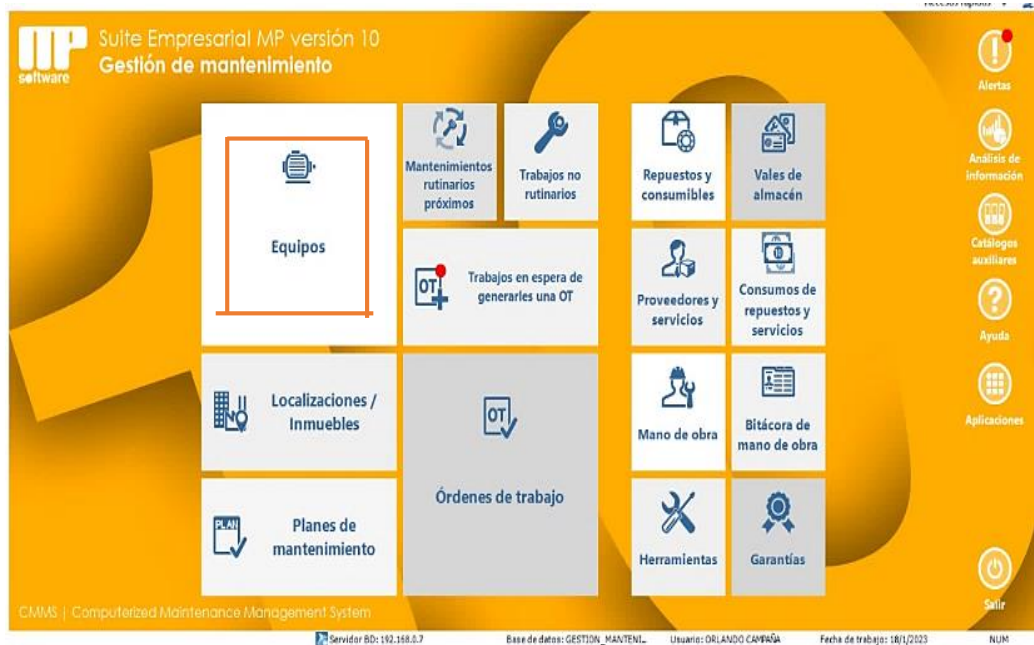


Figura 15: Menú principal

- La figura 16 muestra las máquinas y equipos ingresados en el software, para inicio de la implementación se ingresarán las máquinas del área con la que se trabajó en el presente proyecto.

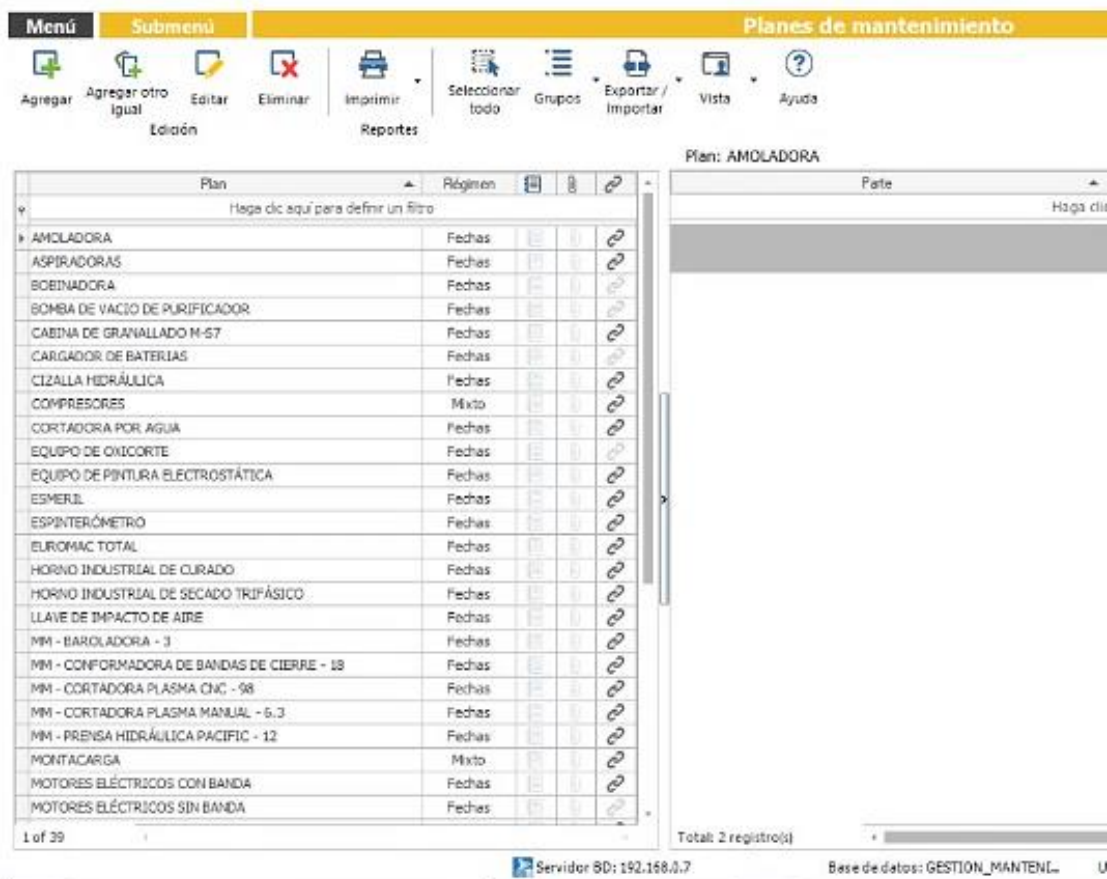


Figura 16: Maquinaria ingresada en el programa

- Para ingresar un nuevo equipo damos clic en la opción agregar. Se abrirá una pantalla con los campos de información complementaria del equipo que deseamos agregar al catálogo.

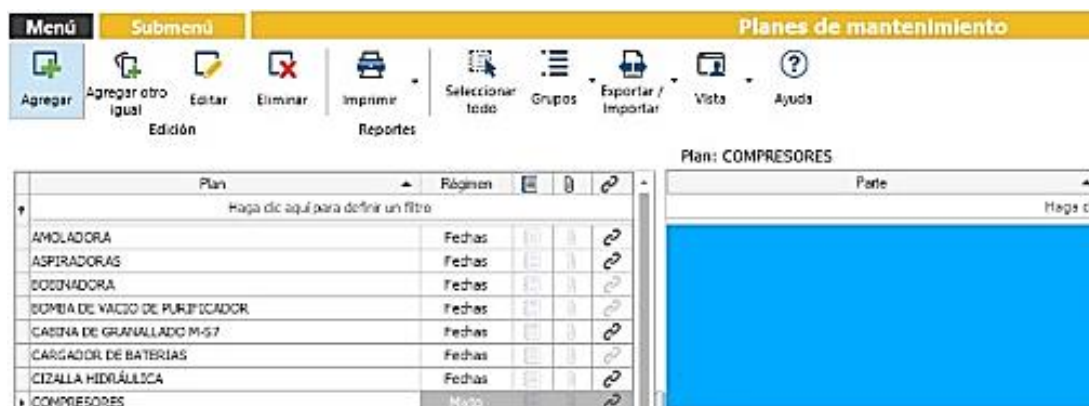


Figura 17: Agregar nuevo equipo

- Se despliega una nueva ventana y llenamos con los datos de las fichas técnicas elaboradas.
- Para añadir el plan de mantenimiento damos clic en el menú agregar en la barra de herramientas del software presionamos agregar.

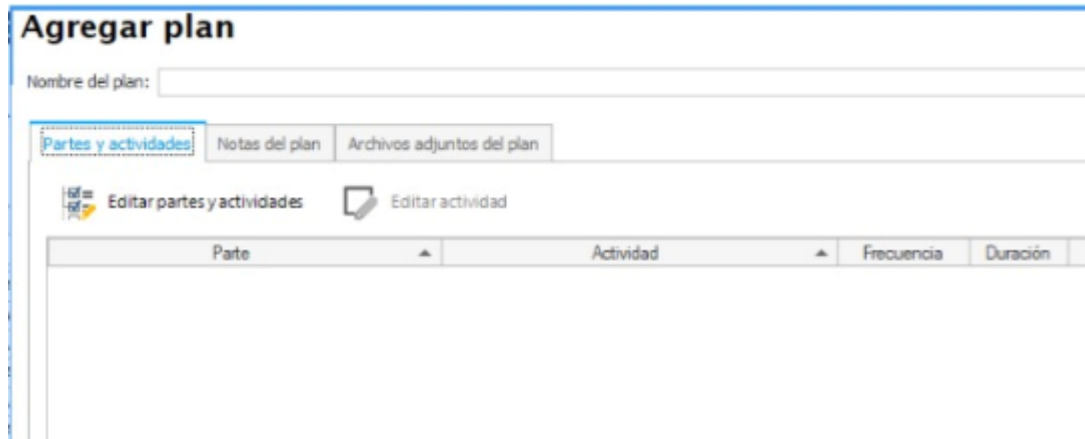


Figura 18: Agregar plan de mantenimiento

- Se despliega una nueva ventana en donde se debe ingresar el nombre de la máquina, partes, actividades y frecuencia de mantenimiento. En este ejemplo se observa los datos de la M-S14 (rebordeadora).



Figura 19: Ejemplo de plan de mantenimiento

- Se deben ingresar las partes o sistemas principales de la máquina, como se muestra a continuación.

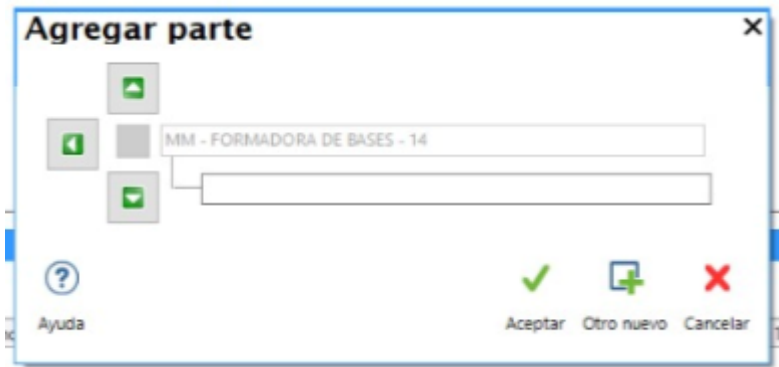


Figura 20: Agregar partes y subpartes de la M-S18

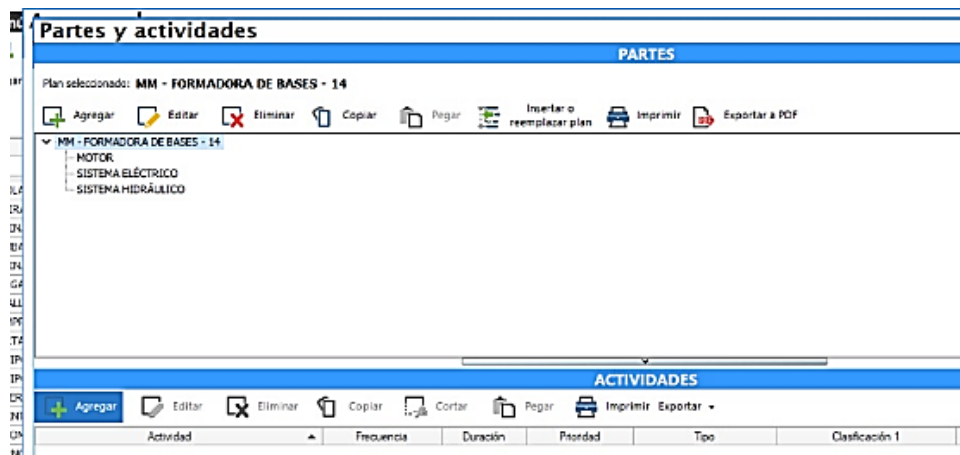


Figura 21: Ingreso de datos

- Posteriormente se ingresan las actividades

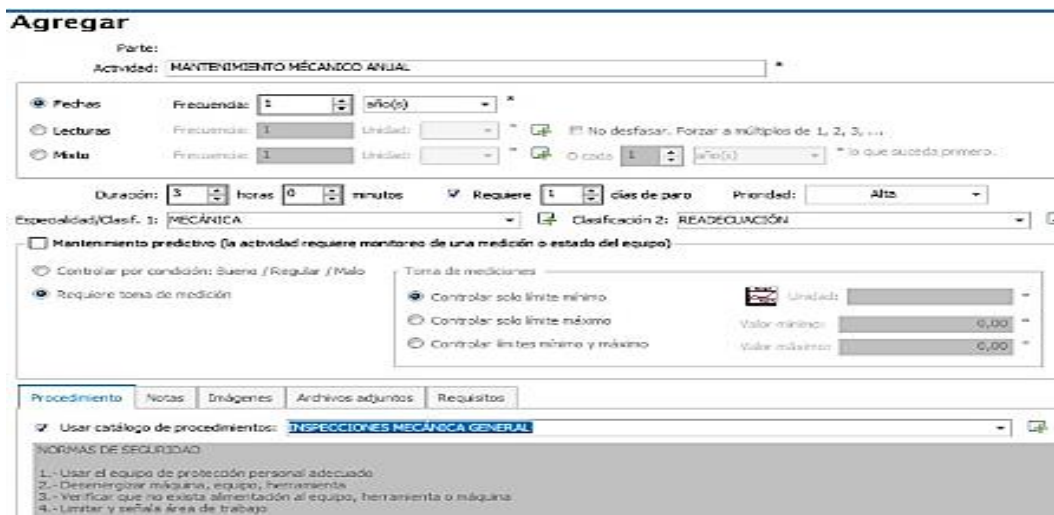


Figura 22: Ingreso de actividades

- La figura 23 muestra la interfaz de cómo se van ingresan las actividades del plan de mantenimiento.

Partes y actividades

PARTES

Plan seleccionado: **MM - FORMADORA DE BASES - 14**

Agregar
 Editar
 Eliminar
 Copiar
 Pegar
 Insertar o reemplazar plan
 Imprimir
 Exportar a PDF

MM - FORMADORA DE BASES - 14
 - MOTOR
 - SISTEMA ELÉCTRICO
 - SISTEMA HIDRÁULICO

ACTIVIDADES

Agregar
 Editar
 Eliminar
 Copiar
 Cortar
 Pegar
 Imprimir
 Exportar

Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Clasificación 1	Clasificación 2
LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN ANUAL	1 año(s)	3 h 0 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	LUBRICACIÓN
LUBRICACIÓN MENSUAL	1 mes(es)	0 h 45 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	INSPECCIÓN
MANTENIMIENTO MECÁNICO ANUAL	1 año(s)	3 h 0 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	READECUACIÓN
MANTENIMIENTO MECÁNICO GENERAL	6 mes(es)	2 h 0 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	INSPECCIÓN
MANTENIMIENTO MECÁNICO MENSUAL	1 mes(es)	0 h 45 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	INSPECCIÓN

Figura 23: Actividades ingresadas

- Posteriormente se puede observar como va quedando el plan de mantenimiento

Agregar plan

Nombre del plan: MM - FORMADORA DE BASES - 14

Partes y actividades | Notas del plan | Archivos adjuntos del plan

Editar partes y actividades
 Editar actividad

Parte	Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Clasificación 1	Clasificación 2	Requiere para
	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN ANUAL	1 año(s)	3 h 0 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	LUBRICACIÓN	1 día(s)
	LUBRICACIÓN MENSUAL	1 mes(es)	0 h 45 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	INSPECCIÓN	
	MANTENIMIENTO MECÁNICO ANUAL	1 año(s)	3 h 0 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	READECUACIÓN	1 día(s)
	MANTENIMIENTO MECÁNICO GENERAL	4 mes(es)	2 h 0 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	INSPECCIÓN	
	MANTENIMIENTO MECÁNICO MENSUAL	1 mes(es)	0 h 45 m	Alta	Preventivo	MECÁNICA	INSPECCIÓN	
MOTOR	INSPECCIÓN ANUAL DEL MOTOR	1 año(s)	2 h 0 m	Alta	Preventivo	MOTA	READECUACIÓN	1 día(s)
SISTEMA ELÉCTRICO	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO ANUAL	1 año(s)	3 h 0 m	Alta	Preventivo	ELÉCTRICA	READECUACIÓN	1 día(s)
	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO GENERAL	4 mes(es)	2 h 0 m	Alta	Preventivo	ELÉCTRICA	INSPECCIÓN	
	MANTENIMIENTO ELÉCTRICO MENSUAL	1 mes(es)	1 h 0 m	Meda	Preventivo	ELÉCTRICA	INSPECCIÓN	
SISTEMA HIDRÁULICO	MANTENIMIENTO HIDRÁULICO ANUAL	4 mes(es)	2 h 0 m	Alta	Preventivo	HIDRÁULICA	READECUACIÓN	1 día(s)
	MANTENIMIENTO HIDRÁULICO ANUAL	1 año(s)	3 h 0 m	Alta	Preventivo	HIDRÁULICA	READECUACIÓN	1 día(s)

2 de 11

Ayuda
 Aceptar
 Cancelar

Figura 24: Creación del plan de mantenimiento

- Damos clic en el visto verde y los datos quedan guardados, regresamos al menú principal y al dar clic en el nombre de la máquina, se muestra el plan de mantenimiento ingresado y lo ligamos, así como se observa en la figura 25 y 26.

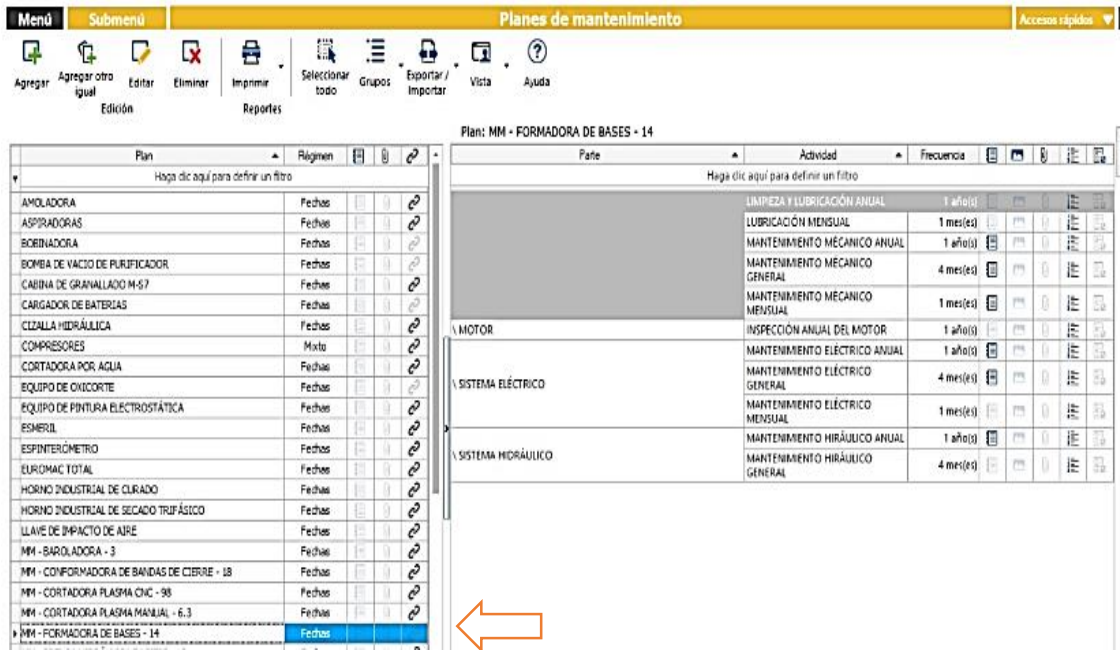


Figura 25: Plan ingresado correctamente

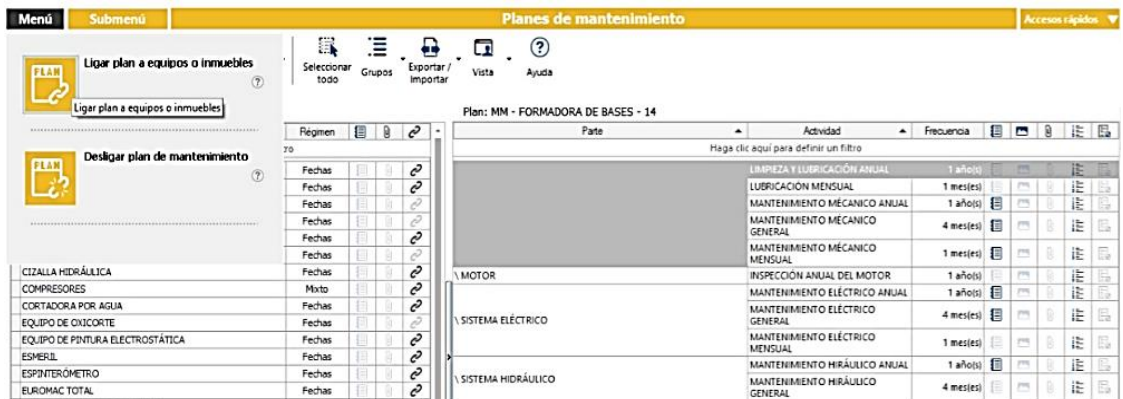


Figura 26. Ligar Plan de mantenimiento

- Finalmente, se confirma el plan de mantenimiento ingresado de la máquina rebordeadora.

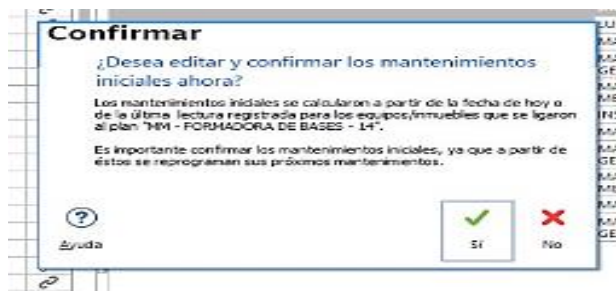


Figura 27: Confirmar el plan de mantenimiento

- Se genera también el calendario de manteniendo anual entre otras opciones y beneficios que tiene el software MP 10.

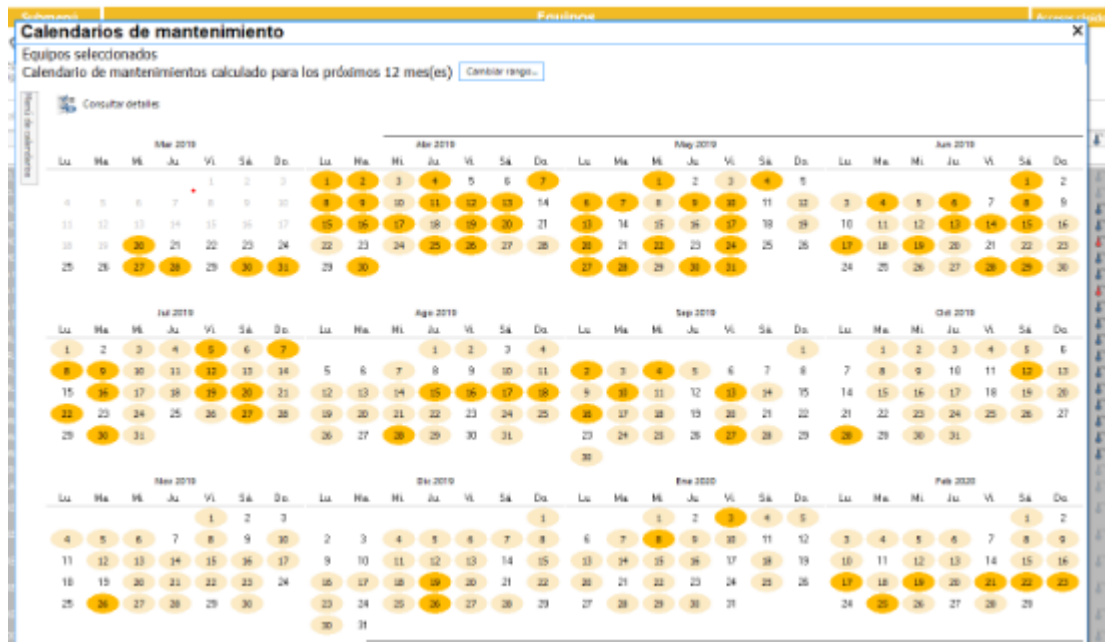


Figura 28: Ejemplo de calendario de mantenimiento

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Las visitas técnicas e inspección visual en la empresa Ecuatran S.A. permitió identificar y evaluar el funcionamiento de cada una de las máquinas del área de metalmecánica. Las placas de identificación que posee la maquinaria ayudó de manera eficiente para el levantamiento de información y posteriormente elaborar las fichas técnicas respectivas, en donde se logró evidenciar que la mayoría de las máquinas se encuentra en estado óptimo. Los manuales y catálogos proporcionaron datos exactos de la maquinaria, se observó que existen máquinas que realizan la misma función, pero poseen características distintas.
- El estadístico de mantenimiento realizado en la maquinaria del área de metalmecánica permite evidenciar que la disponibilidad y confiabilidad de los equipos es alta, debido a que los valores sobrepasan el 96%. Cabe recalcar que la tasa de fallos es mínima debido a que muchas de las máquinas están inactivas durante el transcurso del día. Estos valores pueden variar más adelante conforme las horas de producción aumenten o existan paros no programados.
- La Nota Técnica de Prevención NTP 679 ayudo a elaborar matrices AMFE, en donde se puede observar los componentes principales de cada una de las máquinas y equipos. El índice de prioridad de riesgos ayudo a identificar los componentes más expuestos a sufrir fallos. Esto permite conocer sus efectos, causas y medidas a tomar ya que este es un método de detección y prevención de fallos muy utilizado a nivel industrial.
- La elaboración de gamas de mantenimiento para las máquinas/equipos de la Empresa Ecuatran S.A., fue satisfactoria ya que se logró agrupar tareas de mantenimiento en las cuales se detalló las actividades diarias, semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, según los requerimientos de los componentes de cada máquina, mediante el código de colores se observa la frecuencia con la que se debe realizar cada tarea, con la

finalidad de organizar, planificar y optimizar la gestión del mantenimiento en la empresa en las fechas establecidas.

- El software MP 10 permitió implementar un programa de mantenimiento preventivo con duración de un año, este tuvo inicio con la creación de fichas técnicas de cada una de las máquinas y su respectiva localización dentro de la empresa, posteriormente se crearon actividades de mantenimiento hasta la generación de los calendarios de mantenimiento y órdenes de trabajo. Se logró evidenciar que, al reportar una tarea completada, el MP reprograma la fecha próxima a realizarse, ajustando automáticamente el calendario de mantenimiento y reprogramando las actividades.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar toda la información existente de la maquinaria del área de estudio, como manuales y catálogos, ya que en muchas ocasiones se encuentran detalladas actividades de mantenimiento que serán útiles para realizar de manera correcta el plan mantenimiento preventivo.
- Al no identificar placas de características en la maquinaria es necesario buscar la información requerida en el departamento de mantenimiento, o a su vez relacionarla con una máquina similar.
- Utilizar equipos de protección personal como lo dispone la empresa: mandil, botas, guantes y protección auditiva durante cada visita técnica.
- El dialogo con los operadores de cada una de las máquinas es necesario, ya que permite obtener información valiosa como mantenimientos anteriores, tiempos de paro, tiempos de reparación, componentes internos etc. De la misma manera para conocer las horas de trabajo diaria que cumplen cada una de las máquinas, en este caso se evidenció máquinas que laboran 2 turnos de 8 horas diarias y otras solamente un turno o un estimado de 5 horas por día en los 2 turnos.
- Al realizar las matrices AMFE con la NTP 679, es necesario conocer los elementos con mayor Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) para poder priorizarlos y de esa manera evitar posibles fallos.
- Es recomendable capacitar frecuentemente al personal encargado del mantenimiento de la maquinaria, ya que es necesario que conozcan el plan anual desarrollado y poderlo efectuar de manera correcta.
- Se recomienda investigar acerca del centro de aprendizaje del MP versión 10, ya que es una herramienta vital que permite conocer el funcionamiento del programa, lo cual puede facilitar el trabajo a la hora de implementar el plan de mantenimiento.

Bibliografía


- [1] S. García Garrido, Organización y gestión integral de mantenimiento, Madrid: Díaz de Santos, S.A., 2010, pp. 3-4.
- [2] D. Pontelli y I. Gallará, Mantenimiento Industrial: Claves esenciales para cualquier empresa, Argentina: Universitas. Editorial Científica Universitaria, 2005.
- [3] B. J. Navarrete, " Plan de mantenimiento de herramientas y equipos de las siguientes áreas: taller de enderezado y pintura de vehículos livianos, taller de enderezada y pintura de vehículos pesados y taller mecánico multimarca de vehículos pesados de la agencia Mavesa", Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, 2022.
- [4] G. P. Ortiz, "Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el área de molienda de la empresa Molinos Miraflores S.A de la ciudad de Ambato" de tesis, Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, 2022.
- [5] M. Chimborazo Toapanta, "Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de transporte por cangilones en la empresa Nutrisalminsa S.A. de la ciudad de Ambato" de tesis, Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, 2022.
- [6] A. Pérez González, Digitalia, Segunda ed., España: Universitat Jaume I, 2007.
- [7] J. C. Calloni, Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas, Digitalia, Ed., Argentina: Nobuko, 2011.
- [8] C. A. Montilla Montaña, Fundamentos del mantenimiento industrial, Pereira: UTP Universidad Tecnológica de Pereira, 2020.
- [9] A. L. Proaño Villacrés, Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para el molino Santa Rosa de la empresa Industrias Catedral S.A. de tesis, Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, 2021.
- [10] O. García Palencia, El Mantenimiento General Administración De Empresas, Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2006.
- [11] L. Sexto, «Tipos de mantenimiento: ¿Cuántos y cuáles son?,» *Electromagazine*, vol. 2, n° 76, pp. 40-46, 2018.

- [12] F. A. Pérez Rondón, "Conceptos Generales en la Gestión del Mantenimiento Industrial", Bucaramanga: Universidad Santo Tomás, 2021, pp. 38-39.
- [13] F. Sánchez, A. Pérez, S. Luis y R. Pablo, Mantenimiento mecánico de máquinas, España: Castelló de la plana, 2007.
- [14] INFRASPEAK, «blog.infraspeak.com,» 2022. [En línea]. Available: <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-preventivo/#Definicion>. [Último acceso: 05 10 2022].
- [15] G. Lameirinhas, «TRACTIAN,» 2022. [En línea]. Available: <https://tractian.com/es/blog/8-indicadores-indispensables-para-la-gestion-del-mantenimiento>. [Último acceso: 03 octubre 2022].
- [16] G. Sierra Álvarez, Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecánica industrias AVM S.A. de tesis, Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico, Escuela de Ingeniería Mecánica, 2004.
- [17] H. M. Oloya Vargas y R. D. Angel Gasca, "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Agroangel" de tesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2014.
- [18] F. J. González Fernández, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, Segunda ed., Madrid: Fundación Confemetal, 2005, pp. 66-69.
- [19] S. Rojas Lema, «Implementación de análisis modal de fallos y efectos (AMFE),» *3C Tecnología*, vol. 8, n° 1, pp. 64-75, 2019.
- [20] J. González Sosa, J. Loyo Quijada, M. López Ontiveros y P. Pérez Montoya, «Mantenimiento Industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE,» *Ingeniería Industrial*, vol. 17, n° 3, pp. 209-225, 2018.
- [21] N. 679, «Análisis modal de fallos y efectos. AMFE,» 2004.
- [22] CMMS.PE, «CMMS-Consultoría y servicios para optimizar tu gestión,» [En línea]. Available: <https://cmms.pe/que-es-el-numero-de-prioridad-del-riesgo-2/>. [Último acceso: 06 10 2022].
- [23] fpeingenieriaelectrica.blogspot.com, «EP Ingeniería Eléctrica,» 2015. [En línea]. Available: <http://fpeingenieriaelectrica.blogspot.com/2015/12/tipos-de-mantenimiento-objetivos-y.html>. [Último acceso: 15 12 2022].
- [24] T. A. I. S. C.V., «mpsoftware,» 2022. [En línea]. Available: <https://mpsoftware.com.mx/beneficios-de-un-cmms/>. [Último acceso: 19 octubre 2022].

- [25] A. e. A. Tecnología, «altatecnologia.com.mx,» 2022. [En línea]. Available: <https://altatecnologia.com.mx/transformadores-y-sus-aplicaciones/>. [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [26] E. Nieto Vilardell, *Mantenimiento Industrial Práctico*, Barcelona: Fidestec, 2013.
- [27] D. Aquino Castro y Z. G. Cristhian, "Diseño y construcción de un transformador monofásico de distribución 15 KVA tipo tanque para el laboratorio de alta tensión de la UPS-GYE" de tesis, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana; Carrera de Ingeniería Eléctrica, 2018.
- [28] S. Ecuatran, «www.ecuatran.com,» 2017. [En línea]. Available: http://www.ecuatran.com/wp-content/uploads/2017/02/brochure_distribucion.pdf.. [Último acceso: 12 octubre 2022].
- [29] S. i. O. S.A.C., «transformadoressiosac.com,» 2022. [En línea]. Available: <https://transformadoressiosac.com/definicion-transformador-electrico/>. [Último acceso: 11 octubre 2022].
- [30] P. Avelino Pérez, *Transformadores de distribución: teoría, cálculo, construcción y pruebas*, Tercera ed., México: Reverté, 2004.
- [31] T. G. Ortiz Guerrero, "Sistema Kanban en la línea de fabricación de transformadores eléctricos de la Empresa Ecuatran S.A." de tesis, Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización , 2018.
- [32] M. Software, «Centro de Aprendizaje del MP versión 10,» [En línea]. Available: <https://support.mpsoftwarecmms.com/#gsc.tab=0>. [Último acceso: 15 enero 2023].
- [33] C. Parra y A. Crespo, «Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos,» *Ingecon*, vol. 5, pp. 1-22, 2012.


ANEXOS


Anexo 1. Ficha técnica para levantamiento de información


	ECUATRAN S.A.		
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
	ÁREA DE METALMECÁNICA		
MÁQUINA:	EQUIPO:	HERRAMIENTA:	
FOTOGRAFÍA	FICHA TÉCNICA N°:	CÓDIGO:	
	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
	MARCA		
	MODELO		
	N° DE SERIE		
	PRIORIDAD		
	COLOR		
	ESTADO ACTUAL		
	PROCEDENCIA		
CLASIFICACIÓN			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
DIMENSIONES		VOLTAJE	
LARGO		FRECUENCIA	
ANCHO		AMPERAJE	
ALTO		POT. MAX.	
PESO		BOBINA	
FUNCIÓN			

ANEXO 2: ESTADÍSTICO DE MANTENIMIENTO

Tabla 50: Parámetros de mantenimiento de M-S4

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S4	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
MES	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					45,0	0,02	1,3	0,8	97,3	180,0	5,8	96,8
	Revision general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza externa de la máquina	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Revisión y limpieza de cañerías	21/1/2022	46,90	2	0,4	2,4								
	Comprobar que no existan fugas													
	Inspección y limpieza del motor	28/1/2022	45,60	1,5	0,2	1,7								
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas														
Febrero	Limpieza externa de la máquina	7/2/2022	54,30	1	0,1	1,1	48,9	0,02	1,5	0,7	97,0	146,8	5,2	96,5
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Engrasar componentes mecánicos	14/2/2022	46,90	2	0,4	2,4								
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar que no existan ruidos extraños	21/2/2022	45,60	1,5	0,2	1,7								
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas														
Marzo	Limpieza externa de la máquina	4/3/2022	78,30	1	0,1	1,1	70,3	0,01	1,5	0,7	97,9	210,8	5,3	97,5
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Inspección y limpieza de la bomba hidráulica	11/3/2022	46,90	2	0,4	2,4								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S4	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
MES	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	25/3/2022	85,60	1,5	0,25	1,75								
	Comprobar que no existan fugas													
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas													
Abril	Limpieza externa de la máquina	1/4/2022	46,25	1	0,1	1,1	67,8	0,01	1,3	0,8	98,2	203,5	4,5	97,8
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Engrasar componentes mecánicos	13/4/2022	70,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	27/4/2022	86,35	1,5	0,25	1,75									
Mayo	Limpieza externa de la máquina	6/5/2022	62,25	1	0,1	1,1	51,8	0,02	1,3	0,8	97,6	155,5	4,5	97,1
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Verificar que no existan ruidos extraños	13/5/2022	46,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	20/5/2022	46,35	1,5	0,25	1,75									
Junio	Limpieza externa de la máquina	2/6/2022	78,25	1	0,1	1,1	67,3	0,01	1,8	0,5	97,3	201,8	6,3	96,9
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Verificar el funcionamiento del manómetro	9/6/2022	46,90	3	0,4	3,4								
	Comprobar que no existan fugas													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S4	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
MES	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del motor	22/6/2022	76,60	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas													
Julio	Limpieza externa de la máquina	1/7/2022	62,25	1	0,1	1,1	67,8	0,01	1,3	0,8	98,2	203,5	4,5	97,8
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Engrasar componentes mecánicos													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	25/7/2022	46,35	1,5	0,25	1,75									
Agosto	Limpieza externa de la máquina	6/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	51,8	0,02	1,3	0,8	97,6	155,5	4,5	97,1
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Engrasar componentes mecánicos													
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	20/8/2022	38,35	1,5	0,25	1,75									
Septiembre	Limpieza total de la máquina	2/9/2022	78,25	1	0,1	1,1	80,8	0,01	1,7	0,6	98,0	242,3	5,7	97,6
	Inspección visual del estado de las matrices													
	Revisión y limpieza de cañerías													
	Comprobar que no existan fugas													
	Inspección y limpieza del motor	29/9/2022	85,15	1,5	0,25	1,75								






	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BAROLADORA	Código	M-S4	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
MES	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Octubre	Limpieza externa de la máquina	7/10/2022	54,25	1	0,1	1,1	62,5	0,02	1,3	0,8	98,0	187,5	4,5	97,6
	Inspección del estado de las matrices													
	Engrasar componentes mecánicos	14/10/2022	46,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	28/10/2022	86,35	1,5	0,25	1,75									
Noviembre	Limpieza externa de la máquina	2/11/2022	30,25	1	0,1	1,1	59,8	0,02	1,3	0,8	98,0	179,5	4,5	97,5
	Inspección del estado de las matrices													
	Comprobar que no existan fugas	18/11/2022	102,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Inspección y limpieza de la bomba hidráulica													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	25/11/2022	46,35	1,5	0,25	1,75									
Diciembre	Limpieza externa de la máquina	2/12/2022	46,25	1	0,1	1,1	46,0	0,02	1,8	0,6	96,3	184,0	8,0	95,7
	Inspección del estado de las matrices													
	Comprobar que no existan fugas	9/12/2022	46,90	1,5	0,25	1,75								
	Revisión del desgaste estructural													
	Engrasar componentes mecánicos													
	Revisión general del sistema hidráulico	16/12/2022	46,25	3	0,4	3,4								
	Inspección y limpieza del motor													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	23/12/2022	44,60	1,5	0,25	1,75									
DATOS ANUALES			2250,60	54,00	9,15	63,15	674,88	0,18	15,75	7,85	97,66	2070,65	57,40	97,19

Tabla 51: Parámetros de mantenimiento de M-S5

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	PERFORADORA 4 ESTACIONES	Código	M-S5	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							16
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					91,0	0,011	1,3	0,8	98,6	364,1	5,7	98,4
	Revision general visual	7/1/2022	80,00	0,5	0,005	0,505								
	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	14/1/2022	95,495	2	0,3	2,3								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Comprobar que no existan fugas	21/1/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/1/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Febrero	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	4/2/2022	94,25	2	0,3	2,3	82,4	0,012	1,4	0,7	98,4	329,8	6,3	98,1
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Revisión y limpieza de la caja de control	11/2/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas	17/2/2022	78,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	22/2/2022	62,90	1,5	0,25	1,75								
Inspección y limpieza de mangueras de alta presión														

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PERFORADORA 4 ESTACIONES	Código	M-S5	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Marzo	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	4/3/2022	142,25	2	0,3	2,3	126,1	0,008	1,5	0,7	98,8	504,6	6,8	98,7
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Control del funcionamiento de los pulsadores	11/3/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	18/3/2022	173,70	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Engrasar componentes mecánicos	25/3/2022	94,90	2	0,25	2,25								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Abril	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	1/4/2022	93,75	2	0,3	2,3	94,3	0,011	1,4	0,7	98,6	377,3	6,3	98,3
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Revisión y limpieza de la caja de control	8/4/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas	15/4/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	22/4/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Mayo	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	6/5/2022	174,25	2	0,3	2,3	114,3	0,009	1,5	0,7	98,7	457,2	6,9	98,5
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Control del funcionamiento de los pulsadores	13/5/2022	93,70	1,5	0,2	1,7								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PERFORADORA 4 ESTACIONES	Código	M-S5	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)								16
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan fugas	20/5/2022	94,30	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/5/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Junio	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	3/6/2022	94,25	2	0,3	2,3	94,4	0,011	1,5	0,7	98,4	377,8	6,8	98,2
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Verificar que no existan ruidos extraños	10/6/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	17/6/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Engrasar componentes mecánicos													
Verificar el nivel de aceite hidráulico	24/6/2022	94,90	2	0,25	2,25									
Julio	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	1/7/2022	93,75	2	0,3	2,3	94,2	0,011	1,4	0,7	98,5	376,9	6,6	98,2
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Revisión y limpieza de la caja de control	8/7/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	15/7/2022	94,90	1,25	0,2	1,45								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	22/7/2022	94,55	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Agosto	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	5/8/2022	174,25	2	0,3	2,3	114,4	0,009	1,4	0,7	98,8	457,8	6,3	98,6

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PERFORADORA 4 ESTACIONES	Código	M-S5	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisión y limpieza de la caja de control	12/8/2022	93,70	1	0,1	1,1	114,0	0,009	1,5	0,7	98,7	456,0	6,3	98,6
	Inspección y limpieza de mangueras de alta presión													
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	19/8/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
	Verificar que no existan ruidos extraños	26/8/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
Septiembre	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	2/9/2022	94,25	2	0,3	2,3	114,0	0,009	1,5	0,7	98,7	456,0	6,3	98,6
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Control del funcionamiento de los pulsadores	9/9/2022	93,70	0,5	0,05	0,025								
	Comprobar que no existan fugas	16/9/2022	173,70	1,5	0,2	1,7								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Engrasar componentes mecánicos	23/9/2022	94,30	2	0,25	2,25								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Octubre	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	7/10/2022	173,75	2	0,3	2,3	114,3	0,009	1,4	0,7	98,8	457,3	6,3	98,6
	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico													
	Verificar que no existan ruidos extraños	14/10/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/10/2022	94,90	1	0,1	1,1								
Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)														





	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PERFORADORA 4 ESTACIONES	Código	M-S5	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)								16
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/10/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Noviembre	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	4/11/2022	94,25	2	0,3	2,3	94,3	0,011	1,6	0,6	98,3	377,2	7,4	98,0
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	11/11/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	18/11/2022	94,90	1,5	0,2	1,7								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/11/2022	94,30	2	0,3	2,3								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Diciembre	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	2/12/2022	93,70	2	0,3	2,3	94,3	0,011	1,5	0,7	98,4	377,2	6,7	98,2
	Limpieza y revisión del punzón y matriz de cada estación													
	Verificar que no existan ruidos extraños	9/12/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	16/12/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Revisar el desgaste de la estructura													
	Engrasar componentes mecánicos	23/12/2022	94,90	2	0,2	2,2								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
DATOS ANUALES			4912,75	69,25	9,26	77,98	1137,16	0,11	16,06	7,55	98,6	4548,7	72,3	98,4

Tabla 52: Parámetros de mantenimiento de M-S6.3

	ECUATRAN S.A.																					
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																					
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS																					
Máquina	CORTADORA DE PLASMA	Código	M-S6.3	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8									
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)								
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022																				
	Revisión general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55																
	Limpieza externa de la máquina	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1	44,8	0,02	0,7	1,5	98,5	134,4	2,2	98,4								
	Revisión del estado de los cables																					
	Inspección del estado de la antorcha	21/1/2022	46,90	0,5	0,05	0,55																
	Verificar del estado de la pinza a tierra																					
Febrero	Limpieza externa de la máquina	3/2/2022	79,45	1	0,1	1,1																
	Revisión del estado de los cables																					
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	17/2/2022	86,90	1	0,15	1,15	73,7	0,01	0,8	1,2	98,9	221,2	2,8	98,7								
	Verificar el funcionamiento de las perillas de control																					
	Inspección del estado de la antorcha	27/2/2022	54,85	0,5	0,05	0,55																
	Verificar del estado de la pinza a tierra																					
Marzo	Limpieza externa de la máquina	3/3/2022	31,45	1	0,1	1,1																
	Revisión del estado de los cables																					
	Inspección del estado de la antorcha	22/3/2022	110,90	0,5	0,05	0,55	47,5	0,02	0,5	2,0	99,0	142,4	1,7	98,8								
	Verificar del estado de la pinza a tierra																					
Abril	Limpieza externa de la máquina	3/4/2022	71,45	1	0,1	1,1									63,1	0,02	0,8	1,2	98,7	189,2	2,9	98,5

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA DE PLASMA	Código	M-S6.3	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	13/4/2022	62,90	1	0,2	1,2								
	Inspección del estado de la antorcha	21/4/2022	54,80	0,5	0,05	0,55								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													
Mayo	Limpieza externa de la máquina	5/5/2022	87,45	1	0,1	1,1	60,2	0,02	1,0	1,0	98,4	180,6	3,5	98,1
	Revisión del estado de los cables													
	Limpieza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados	15/5/2022	54,90	1,5	0,3	1,8								
	Inspección del estado de la antorcha	22/5/2022	38,20	0,5	0,05	0,55								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													
Junio	Limpieza externa de la máquina	5/6/2022	79,45	1	0,1	1,1	68,4	0,01	0,8	1,2	98,8	205,2	2,9	98,6
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías	16/6/2022	70,90	1	0,2	1,2								
	Inspección del estado de la antorcha	26/6/2022	54,80	0,5	0,05	0,55								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													
Julio	Limpieza externa de la máquina	4/7/2022	47,45	1	0,1	1,1	57,9	0,02	0,7	1,5	98,9	173,7	2,3	98,7
	Revisión del estado de los cables													
	Verificar el funcionamiento de las perillas de control	14/7/2022	70,90	0,5	0,15	0,65								
	Inspección del estado de la antorcha	24/7/2022	55,35	0,5	0,05	0,55								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA DE PLASMA	Código	M-S6.3	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Agosto	Limpieza externa de la máquina	7/8/2022	79,45	1,5	0,3	1,8	68,2	0,01	1,0	1,0	98,6	204,5	3,6	98,3
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	17/8/2022	62,20	1	0,2	1,2								
	Inspección del estado de la antorcha	28/8/2022	62,80	0,5	0,05	0,55								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													
Septiembre	Limpieza externa de la máquina	8/9/2022	71,45	1	0,1	1,1	79,2	0,01	0,8	1,3	99,1	158,4	1,7	99,0
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección del estado de la antorcha	22/9/2022	86,90	0,5	0,05	0,55								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													
Octubre	Limpieza externa de la máquina	2/10/2022	55,45	1	0,1	1,1	60,4	0,02	1,0	1,0	98,4	181,2	3,4	98,2
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	13/10/2022	70,90	1	0,2	1,2								
	Inspección del estado de la antorcha	23/10/2022	54,80	1	0,05	1,05								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													
Noviembre	Limpieza externa de la máquina	6/11/2022	78,95	1	0,1	1,1	54,6	0,02	1,0	1,0	98,2	163,9	3,7	97,8
	Revisión del estado de los cables													
	Limpieza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados	10/11/2022	30,90	1,5	0,5	2								
	Inspección del estado de la antorcha	20/11/2022	54,00	0,5	0,05	0,55								
	Verificar del estado de la pinza a tierra													






 ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA DE PLASMA	Código	M-S6.3	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Diciembre	Limpieza externa de la máquina	1/12/2022	71,45	1	0,1	1,1	71,1	0,01	0,8	1,2	98,8	213,2	2,9	98,7
	Revisión del estado de los cables													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	16/12/2022	94,90	1	0,2	1,2								
	Inspección del estado de la antorcha	23/12/2022	46,80	0,5	0,05	0,55								
Verificar del estado de la pinza a tierra														
DATOS ANUALES			2167,40	29,00	4,15	33,15	704,08	0,18	9,25	13,63	98,69	2033,05	30,95	98,48

Tabla 53: Parámetros de mantenimiento de M-S12

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S12	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					91,0	0,01	1,3	0,8	98,6	364,1	5,7	98,4
	Revision general visual	7/1/2022	80,00	0,5	0,005	0,505								
	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	14/1/2022	95,495	2	0,3	2,3								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Comprobar que no existan fugas	21/1/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/1/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Febrero	Revision del cableado exterior	4/2/2022	94,25	1	0,1	1,1	94,7	0,01	1,3	0,8	98,7	379,0	5,6	98,5
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión y limpieza de la caja de control	11/2/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas	18/2/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Control del funcionamiento del pedal accionamiento	27/2/2022	94,90	2	0,25	2,25								
Inspección y limpieza de mangueras de alta presión														
Marzo	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	3/3/2022	61,75	2	0,3	2,3	110,0	0,01	1,5	0,7	98,7	440,1	6,8	98,5

	EQUATRAM S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S12	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Control del funcionamiento del pedal accionamiento	13/3/2022	109,70	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	20/3/2022	189,70	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Engrasar componentes mecánicos	27/3/2022	78,90	2	0,25	2,25								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Abril	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	1/4/2022	77,75	2	0,3	2,3	106,3	0,01	1,4	0,7	98,7	425,3	6,3	98,5
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión y limpieza de la caja de control	8/4/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas	15/4/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
Verificar el nivel de aceite hidráulico	28/4/2022	158,90	1,5	0,25	1,75									
Mayo	Revisión del cableado exterior	1/5/2022	30,25	2	0,3	2,3	86,3	0,01	1,5	0,7	98,3	345,2	6,9	98,0
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Control del funcionamiento del pedal accionamiento	15/5/2022	157,70	1,5	0,2	1,7								
	Comprobar que no existan fugas	22/5/2022	78,30	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	29/5/2022	78,90	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														

	EQUATRAM S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S12	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Junio	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	5/6/2022	78,25	2	0,3	2,3	78,4	0,01	1,5	0,7	98,1	313,8	6,8	97,8
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Verificar que no existan ruidos extraños	12/6/2022	77,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	19/6/2022	78,90	1	0,1	1,1								
	Engrasar componentes mecánicos	26/6/2022	78,90	2	0,25	2,25								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Julio	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	4/7/2022	93,75	2	0,3	2,3	94,2	0,01	1,4	0,7	98,5	376,9	6,6	98,2
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	14/7/2022	141,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	18/7/2022	46,90	1,25	0,2	1,45								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Control del funcionamiento del pedal accionamiento	25/7/2022	94,55	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Agosto	Revisión del cableado exterior	3/8/2022	126,25	1	0,1	1,1	106,7	0,01	1,1	0,9	99,0	427,0	5,1	98,8
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión y limpieza de la caja de control	13/8/2022	126,90	1	0,1	1,1								
	Inspección y limpieza de mangueras de alta presión													
	Comprobar que no existan fugas	22/8/2022	94,90	1	0,1	1,1								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S12	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	13/8/2022	126,90	1	0,1	1,1	114,0	0,01	1,5	0,7	98,7	456,0	6,3	98,6
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Inspección y limpieza de mangueras de alta presión													
	Comprobar que no existan fugas	22/8/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	26/8/2022	78,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
Septiembre	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	2/9/2022	94,25	2	0,3	2,3								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	9/9/2022	93,70	0,5	0,05	0,025								
	Control del funcionamiento del pedal accionamiento													
	Comprobar que no existan fugas	16/9/2022	173,70	1,5	0,2	1,7								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Engrasar componentes mecánicos	23/9/2022	94,30	2	0,25	2,25								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Octubre	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	7/10/2022	173,75	2	0,3	2,3	114,3	0,01	1,4	0,7	98,8	457,3	6,3	98,6
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Verificar que no existan ruidos extraños	14/10/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/10/2022	94,90	1	0,1	1,1								






	EQUATRAM S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S12	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Control del funcionamiento del pedal accionamiento	28/10/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Noviembre	Revision del cableado exterior	4/11/2022	94,25	1	0,1	1,1	94,6	0,01	1,4	0,7	98,6	378,4	6,2	98,4
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	11/11/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	18/11/2022	94,90	1,5	0,2	1,7								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/11/2022	94,30	2	0,3	2,3								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Diciembre	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	2/12/2022	93,70	2	0,3	2,3	1134,3	0	1,5	0,7	99,9	4537,2	6,7	99,9
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Verificar que no existan ruidos extraños	9/12/2022	93,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	16/12/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Revisar el desgaste de la estructura													
	Engrasar componentes mecánicos	22/12/2023	78,90	2	0,2	2,2								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
DATOS ANUALES			4723,85	66,75	8,66	74,88	1180,96	0,11	16,69	8,70	98,7	4723,8	74,9	98,5

Tabla 54: Parámetros de mantenimiento de M-S13

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	CORTADORA CIRCULAR	Código	M-S13	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					45,18	0,02	1,06	0,94	97,7	180,7	5,05	97,21
	Revision general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza externa de la máquina	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas													
	Inspección y limpieza de la cuchilla	21/1/2022	46,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	28/1/2022	46,35	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Febrero	Limpieza externa de la máquina	3/2/2022	38,25	1	0,1	1,1	46,65	0,02	1,19	0,84	97,5	186,60	5,4	97,11
	Comprobar que no existan fugas													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control	10/2/2022	46,90	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Inspección y limpieza de la cuchilla	17/2/2022	46,90	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	27/2/2022	54,55	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Marzo	Limpieza externa de la máquina	3/3/2022	30,25	1	0,1	1,1	54,65	0,02	1,06	0,94	98,1	218,60	4,85	97,78
	Comprobar que no existan fugas													
	Inspección y limpieza de la cuchilla	13/3/2022	54,90	0,5	0,05	0,55								
	Engrasar componentes mecánicos	20/3/2022	94,90	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA CIRCULAR	Código	M-S13	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/3/2022	38,55	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Abril	Limpieza externa de la máquina	1/4/2022	38,25	1	0,1	1,1	54,28	0,02	1,44	0,7	97,4	217,10	6,9	96,82
	Comprobar que no existan fugas													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control	8/4/2022	46,90	2	0,6	2,6								
	Limpieza y revisión del sistema hidráulico													
	Inspección y limpieza de la cuchilla													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	29/4/2022	86,55	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Mayo	Limpieza externa de la máquina	6/5/2022	46,25	1	0,1	1,1	44,48	0,02	1,31	0,76	97,1	177,90	6,1	96,57
	Comprobar que no existan fugas													
	Limpieza y revisión de filtros	15/5/2022	46,90	1,5	0,3	1,8								
	Inspección y limpieza de la cuchilla	22/5/2022	38,20	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	30/5/2022	46,55	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Junio	Limpieza externa de la máquina	3/6/2022	38,25	1	0,1	1,1	44,45	0,02	1,31	0,76	97,1	177,80	6,2	96,51
	Revisión del funcionamiento de la caja de control	10/6/2022	46,90	1,5	0,4	1,9								
	Control de los empaques del depósito y de la bomba hidráulica													

 ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA CIRCULAR	Código	M-S13	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Engrasar componentes mecánicos	16/6/2022	38,10	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	26/6/2022	54,55	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Julio	Limpieza externa de la máquina	4/7/2022	46,25	1	0,1	1,1	46,60	0,02	1,19	0,84	97,5	186,40	5,6	97
	Comprobar que no existan fugas													
	Inspección del desgaste de la estructura	14/7/2022	70,90	1	0,3	1,3								
	Inspección y limpieza de la cuchilla	18/7/2022	22,70	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	25/7/2022	46,55	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Agosto	Limpieza total de la máquina	7/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	48,28	0,02	1,44	0,7	97,1	193,10	6,9	96,43
	Comprobar que no existan fugas													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control	14/8/2022	38,90	2	0,6	2,6								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Inspección y limpieza de la cuchilla	21/8/2022	37,40	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	28/8/2022	38,55	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Septiembre	Limpieza externa de la máquina	8/9/2022	70,25	1	0,1	1,1	62,65	0,02	1,44	0,7	97,8	250,60	5,5	97,81
	Comprobar que no existan fugas													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA CIRCULAR	Código	M-S13	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	15/9/2022	46,90	2	0,6	1,2								
	Engrasar componentes mecánicos	22/9/2022	86,90	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	29/9/2022	46,55	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Octubre	Limpieza externa de la máquina	2/10/2022	14,25	1	0,1	1,1	46,28	0,02	1,44	0,7	97,0	185,10	6,9	96,27
	Comprobar que no existan fugas													
	Revisión del funcionamiento de la caja de control	14/10/2022	78,90	2	0,6	2,6								
	Limpieza y revisión del sistema hidráulico													
	Inspección y limpieza de la cuchilla	21/10/2022	45,40	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
Inspección y limpieza del motor	28/10/2022	46,55	1,5	0,25	1,75									
Noviembre	Limpieza externa de la máquina	6/11/2022	46,25	1	0,1	1,1	40,48	0,02	1,31	0,76	96,9	161,90	6,1	96,23
	Comprobar que no existan fugas													
	Limpieza y revisión de filtros	13/11/2022	38,90	1,5	0,3	1,8								
	Inspección y limpieza de la cuchilla	20/11/2022	38,20	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	27/11/2022	38,55	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
Diciembre	Limpieza externa de la máquina	2/12/2022	38,25	1	0,1	1,1	44,28	0,02	1,44	0,7	96,9	177,10	6,9	96,1
	Comprobar que no existan fugas													






	EQUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA CIRCULAR	Código	M-S13	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisión del funcionamiento de la caja de control	9/12/2022	46,90	2	0,6	2,6	533,05	0,23	14,56	8,39	97,31	2132,2	67,4	96,8
	Control de los empaques del depósito y de la bomba hidráulica													
	Engrasar componentes mecánicos	16/12/2022	45,40	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor	23/12/2022	46,55	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
DATOS ANUALES			2312,90	62,50	11,30	72,40	533,05	0,23	14,56	8,39	97,31	2132,2	67,4	96,8

Tabla 55: Parámetros de mantenimiento de M-S14

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	REBORDEADORA	Código	N-S14	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					44,988	0,02	1,25	0,8	97,3	179,95	5,75	96,80
	Revisión general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza externa de la máquina	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Revisión y limpieza de cañerías	21/1/2022	46,90	2	0,4	2,4								
	Comprobar que no existan fugas													
	Inspección y limpieza del motor	28/1/2022	45,60	1,5	0,2	1,7								
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas														
Febrero	Limpieza externa de la máquina	3/2/2022	38,30	1	0,1	1,1	59,6	0,02	1,5	0,67	97,55	178,80	5,2	97,09
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Engrasar componentes mecánicos	17/2/2022	86,90	2	0,4	2,4								
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar que no existan ruidos extraños	27/2/2022	53,60	1,5	0,2	1,7								
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas														
Marzo	Limpieza externa de la máquina	3/3/2022	30,30	1	0,1	1,1	54,267	0,02	1,5	0,67	97,31	162,80	5,25	96,8
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Inspección y limpieza de la bomba hidráulica	20/3/2022	94,90	2	0,4	2,4								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	REBORDEADORA	Código	N-S14	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	27/3/2022	37,60	1,5	0,25	1,75								
	Comprobar que no existan fugas													
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas													
Abril	Limpieza externa de la máquina	4/4/2022	46,25	1	0,1	1,1	67,833	0,01	1,25	0,8	98,19	203,50	4,5	97,8
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Engrasar componentes mecánicos	21/4/2022	110,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	28/4/2022	46,35	1,5	0,25	1,75									
Mayo	Limpieza externa de la máquina	5/5/2022	46,25	1	0,1	1,1	59,833	0,02	1,25	0,8	97,95	179,50	4,5	97,5
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Verificar que no existan ruidos extraños	22/5/2022	94,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	29/5/2022	38,35	1,5	0,25	1,75									
Junio	Limpieza externa de la máquina	5/6/2022	38,25	1	0,1	1,1	51,25	0,02	1,83333	0,55	96,55	153,75	6,25	95,9
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	19/6/2022	78,90	3	0,4	3,4								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	REBORDEADORA	Código	N-S14	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan fugas	26/6/2022	36,60	1,5	0,25	1,75								
	Inspección y limpieza del motor													
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas													
Julio	Limpieza externa de la máquina	4/7/2022	46,25	1	0,1	1,1	59,833	0,02	1,25	0,8	97,95	179,50	4,5	97,5
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Engrasar componentes mecánicos	18/7/2022	86,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Comprobar que no existan fugas	25/7/2022	46,35	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas														
Agosto	Limpieza externa de la máquina	7/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	65,167	0,02	1,25	0,8	98,12	195,50	4,5	97,7
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Engrasar componentes mecánicos	21/8/2022	78,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas	28/8/2022	38,35	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas														
Septiembre	Limpieza total de la máquina	8/9/2022	70,25	1	0,1	1,1	67,433	0,01	1,66667	0,6	97,59	202,30	5,7	97,2
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Revisión y limpieza de cañerías	22/9/2022	86,90	2,5	0,35	2,85								
	Comprobar que no existan fugas													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	REBORDEADORA	Código	N-S14	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del motor	29/9/2022	45,15	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas													
Octubre	Limpieza externa de la máquina	7/10/2022	54,25	1	0,1	1,1	62,5	0,02	1,25	0,8	98,04	187,50	4,5	97,6
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Engrasar componentes mecánicos													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Comprobar que no existan fugas													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	28/10/2022	46,35	1,5	0,25	1,75									
Noviembre	Limpieza externa de la máquina	6/11/2022	46,25	1	0,1	1,1	54,5	0,02	1,25	0,8	97,76	163,50	4,5	97,2
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Limpieza de la bomba hidráulica													
Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas	27/11/2022	38,35	1,5	0,25	1,75									
Diciembre	Limpieza externa de la máquina	2/12/2022	38,25	1	0,1	1,1	44	0,02	1,75	0,57	96,17	176,00	8	95,5
	Inspección visual del estado de los rodillos rebordeadores													
	Comprobar que no existan fugas													
	Revisión del desgaste estructural													
Engrasar componentes mecánicos	16/12/2022	46,25	3	0,4	3,4									






	ECUATRAN S.A.													
Máquina	REBORDEADORA	Código	N-S14	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico													
	Inspección y limpieza del motor	23/12/2022	44,60	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, palancas													
DATOS ANUALES			2162,60	54,00	9,15	63,15	646,22	0,19	15,75	7,85	97,5	2162,6	63,2	97,0

Tabla 56: Parámetros de mantenimiento de M-S15

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S15	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					33,5	0,03	1,3	0,8	96,4	134,1	5,7	95,8
	Revision general visual	7/1/2022	30,00	0,5	0,005	0,505								
	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	14/1/2022	35,495	2	0,3	2,3								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	21/1/2022	33,70	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar el estado de la bomba hidráulica	28/1/2022	34,90	1,5	0,25	1,75								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Febrero	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	3/2/2022	28,25	2	0,3	2,3	34,4	0,03	1,4	0,7	96,2	137,8	6,3	95,5
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	10/2/2022	33,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Verificar que no existan ruidos extraños	17/2/2022	34,90	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	27/2/2022	40,90	1,5	0,25	1,75								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
Inspección y limpieza de mangueras de alta presión														
Marzo	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	3/3/2022	22,25	2	0,3	2,3	40,1	0,02	1,5	0,7	96,4	160,6	6,8	95,8

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S15	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisar el desgaste de piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, casquillo)	13/3/2022	39,70	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	20/3/2022	69,70	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Engrasar componentes mecánicos	27/3/2022	28,90	2	0,25	2,25								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Abril	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	3/4/2022	27,75	2	0,3	2,3	35,8	0,03	1,4	0,7	96,3	143,3	6,3	95,6
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	10/4/2022	27,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Comprobar que no existan fugas	21/4/2022	52,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/4/2022	34,90	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Mayo	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	5/5/2022	34,25	2	0,3	2,3	32,8	0,03	1,5	0,7	95,6	131,2	6,9	94,8
	Revisión del desgaste de la estructura													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	15/5/2022	39,70	1,5	0,2	1,7								
	Comprobar que no existan fugas	22/5/2022	28,30	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del depósito de aceite													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S15	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	29/5/2022	28,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Junio	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	3/6/2022	28,25	2	0,3	2,3	32,9	0,03	1,5	0,7	95,6	131,8	6,8	94,9
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	10/6/2022	33,70	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Revisión y limpieza de la caja de control	17/6/2022	34,90	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	24/6/2022	34,90	2	0,25	2,25								
	Engrasar componentes mecánicos													
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Julio	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	1/7/2022	33,75	2	0,3	2,3	34,2	0,03	1,4	0,7	96,0	136,9	6,6	95,2
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	8/7/2022	33,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	15/7/2022	34,90	1,25	0,2	1,45								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	22/7/2022	34,55	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Agosto	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	4/8/2022	58,25	2	0,3	2,3	41,9	0,02	1,4	0,7	96,8	167,8	6,3	96,3
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	11/8/2022	33,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S15	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)								6
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza de mangueras de alta presión	18/8/2022	34,90	1	0,1	1,1	46,0	0,02	1,5	0,7	96,8	184,0	6,3	96,6
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/8/2022	40,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
Septiembre	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	8/9/2022	52,25	2	0,3	2,3								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	15/9/2022	33,70	0,5	0,05	0,025								
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, casquillo)													
	Comprobar que no existan fugas	22/9/2022	63,70	1,5	0,2	1,7								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Engrasar componentes mecánicos	29/9/2022	34,30	2	0,25	2,25								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Octubre	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	2/10/2022	9,75	2	0,3	2,3	34,3	0,03	1,4	0,7	96,1	137,3	6,3	95,4
	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico													
	Verificar que no existan ruidos extraños	14/10/2022	57,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													




	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PRENSA HIDRÁULICA	Código	M-S15	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan fugas	21/10/2022	34,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/10/2022	34,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Noviembre	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	4/11/2022	34,25	2	0,3	2,3	34,3	0,03	1,6	0,6	95,5	137,2	7,4	94,6
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	11/11/2022	33,70	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	18/11/2022	34,90	1,5	0,2	1,7								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/11/2022	34,30	2	0,3	2,3								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Diciembre	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	2/12/2022	33,70	2	0,3	2,3	34,3	0,03	1,5	0,7	95,8	137,2	6,7	95,1
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Verificar que no existan ruidos extraños	9/12/2022	33,70	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la caja de control													
	Comprobar que no existan fugas	16/12/2022	34,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Engrasar componentes mecánicos													
Verificar el nivel de aceite hidráulico	23/12/2022	34,90	2	0,2	2,2									
DATOS ANUALES			1738,75	69,25	9,26	77,98	434,7	0,33	17,3	8,4	96,1	1738,7	78,0	95,5

Tabla 57: Parámetros de mantenimiento de M-S16

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	DOBLADORA HIDRÁULICA	Código	M-S16	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					91,163	0,01	1,125	0,89	98,78	364,7	5,05	98,62
	Revisión general visual	7/1/2022	80,00	0,5	0,05	0,55								
	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	14/1/2022	95,45	1,5	0,2	1,7								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Comprobar que no existan fugas	21/1/2022	94,30	1	0,1	1,1								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Febrero	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	3/2/2022	78,30	1,5	0,2	1,7	93,725	0,01	2	0,5	97,91	374,90	9,15	97,56
	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico													
	Engrasar componentes mecánicos	9/2/2022	78,30	2	0,3	2,3								
	Revisión y control del pedal de accionamiento													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	16/2/2022	93,70	3	0,4	3,4								
	Comprobar que no existan fugas													
Verificar sujeción de tuercas y pernos														

ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	DOBLADORA HIDRÁULICA	Código	M-S16	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/2/2022	124,60	1,5	0,25	1,75								
	Inspección y limpieza de las cañerías													
Marzo	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	4/3/2022	94,25	1	0,1	1,1	114,66	0,01	1,1875	0,84	98,97	458,65	5,35	98,83
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa)	11/3/2022	94,90	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	18/3/2022	174,90	1,25	0,15	1,4								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/3/2022	94,60	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Abril	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	1/4/2022	94,25	1	0,1	1,1	94,35	0,01	1,4375	0,7	98,5	377,40	6,6	98,25
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Engrasar componentes mecánicos	8/4/2022	94,90	2	0,3	2,3								
	Revisión y control del pedal de accionamiento													
	Comprobar que no existan fugas	15/4/2022	93,70	1,25	0,2	1,45								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	22/4/2022	94,55	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														

ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	DOBLADORA HIDRÁULICA	Código	M-S16	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Mayo	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	4/5/2022	142,25	1	,1	1,1	106,49	0,01	1,3125	0,76	98,78	425,95	6,05	98,58
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	11/5/2022	94,90	1,5	0,3	1,8								
	Comprobar que no existan fugas	18/5/2022	94,20	1,25	0,15	1,4								
	Revisión del bastón de control													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/5/2022	94,60	1,5	0,25	1,75								
Inspección y limpieza de las cañerías														
Junio	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	5/6/2022	126,25	1	0,1	1,1	90,3	0,01	1,4375	0,7	98,43	361,20	6,8	98,12
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Engrasar componentes mecánicos	12/6/2022	78,90	2	0,3	2,3								
	Revisión y control del pedal de accionamiento													
	Comprobar que no existan fugas	19/6/2022	77,70	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
Inspección y limpieza del motor eléctrico	26/6/2022	78,35	1,5	0,25	1,75									
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Julio	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	4/7/2022	94,25	1	0,1	1,1	94,488	0,01	1,3125	0,76	98,63	377,95	6,05	98,4

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	DOBLADORA HIDRÁULICA	Código	M-S16	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	14/7/2022	142,90	1,5	0,3	1,8								
	Comprobar que no existan fugas	18/7/2022	46,20	1,25	0,15	1,4	98,013	0,01	1,6875	0,59	98,31	392,05	7,95	97,97
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/7/2022	94,60	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Agosto	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	7/8/2022	158,25	2	0,5	2,5								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Engrasar componentes mecánicos	14/8/2022	77,50	2	0,3	2,3								
	Revisión y control del pedal de accionamiento													
	Comprobar que no existan fugas	21/8/2022	77,70	1,25	0,15	1,4								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/8/2022	78,60	1,5	0,25	1,75								
Inspección y limpieza de las cañerías														
Septiembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	8/9/2022	142,25	1	0,1	1,1	126,66	0,01	1,1875	0,84	99,07	506,65	4,35	99,14
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													

ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	DOBLADORA HIDRÁULICA	Código	M-S16	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa)	15/9/2022	94,90	1	0,1	0,1								
	Comprobar que no existan fugas	22/9/2022	174,90	1,25	0,15	1,4								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	29/9/2022	94,60	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Octubre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	2/10/2022	30,25	1	0,1	1,1	94,3	0,01	1,4375	0,7	98,5	377,20	6,8	98,2
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión y control del pedal de accionamiento													
	Comprobar que no existan fugas	21/10/2022	93,70	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/10/2022	94,35	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Noviembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	6/11/2022	94,25	1	0,1	1,1	90,438	0,01	1,3125	0,76	98,57	361,75	6,25	98,27
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	11/11/2022	78,90	1,5	0,25	1,75								





	ECUATRAN S.A.													
Máquina	DOBLADORA HIDRÁULICA	Código	M-S16	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan fugas	18/11/2022	94,25	1,25	0,4	1,65	94,3	0,01	1,4375	0,7	98,5	377,20	6,8	98,2
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/11/2022	94,35	1,5	0,25	1,75								
	Inspección y limpieza de las cañerías													
Diciembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	2/12/2022	94,25	1	0,1	1,1	94,3	0,01	1,4375	0,7	98,5	377,20	6,8	98,2
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Engrasar componentes mecánicos	9/12/2022	94,90	2	0,3	2,3								
	Revisión y control del pedal de accionamiento													
	Comprobar que no existan fugas	16/12/2022	93,70	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor	23/12/2022	94,35	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
DATOS ANUALES			4755,55	67,50	10,60	77,20	1097,73	0,11	15,75	7,85	98,6	4755,6	77,2	98,3

Tabla 58: Parámetros de mantenimiento de M-S18

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	CONFORMADORA DE BANDAS DE CIERRE	Código	M-S18	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					45,0	0,02	1,3	0,8	97,3	180,0	5,8	96,8
	Revision general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza externa de la máquina	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrase de cadenas	21/1/2022	46,90	2	0,4	2,4								
	Control del estado del pulsador de arranque													
	Inspección y limpieza del motor													
	Revisión general del sistema eléctrico	28/1/2022	45,60	1,5	0,2	1,7								
Febrero	Limpieza externa de la máquina	3/2/2022	38,30	1	0,1	1,1	59,6	0,02	1,5	0,7	97,5	178,8	5,2	97,1
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	17/2/2022	86,90	2	0,4	2,4								
	Control del estado del pulsador de arranque													
	Verificar que no existan ruidos extraños	27/2/2022	53,60	1,5	0,2	1,7								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Marzo	Limpieza externa de la máquina	3/3/2022	30,30	1	0,1	1,1	54,3	0,02	1,5	0,7	97,3	162,8	5,3	96,8
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrasar rodamientos	20/3/2022	94,90	2	0,4	2,4								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													

	EQUATRAN S.A.													
Máquina	CONFORMADORA DE BANDAS DE CIERRE	Código	M-S18	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Control del estado del pulsador de arranque	27/3/2022	37,60	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Abril	Limpieza externa de la máquina	3/4/2022	38,25	1	0,1	1,1	65,2	0,02	1,3	0,8	98,1	195,5	4,5	97,7
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	21/4/2022	110,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Control del estado del pulsador de arranque	28/4/2022	46,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Mayo	Limpieza externa de la máquina	5/5/2022	46,25	1	0,1	1,1	59,8	0,02	1,3	0,8	98,0	179,5	4,5	97,5
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Verificar que no existan ruidos extraños	22/5/2022	94,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Control del pulsador de arranque	29/5/2022	38,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Junio	Limpieza externa de la máquina	5/6/2022	38,25	1	0,1	1,1	51,3	0,02	1,8	0,5	96,5	153,8	6,3	95,9
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrase de cadenas	19/6/2022	78,90	3	0,4	3,4								
	Engrasar rodamientos													
	Inspección y limpieza del motor	26/6/2022	36,60	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Julio	Limpieza externa de la máquina	4/7/2022	46,25	1	0,1	1,1	59,8	0,02	1,3	0,8	98,0	179,5	4,5	97,5

	ECUATRAN S.A.													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	CONFORMADORA DE BANDAS DE CIERRE	Código	M-S18	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección visual del estado de los rodillos						65,2	0,02	1,3	0,8	98,1	195,5	4,5	97,7
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	18/7/2022	86,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Control del estado del pulsador de arranque	25/7/2022	46,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Agosto	Limpieza externa de la máquina	7/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	65,2	0,02	1,3	0,8	98,1	195,5	4,5	97,7
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrasar componentes mecánicos	21/8/2022	78,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Control del estado del pulsador de arranque	28/8/2022	38,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Septiembre	Limpieza total de la máquina	8/9/2022	70,25	1	0,1	1,1	67,4	0,01	1,7	0,6	97,6	202,3	5,7	97,2
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrase de cadenas	22/9/2022	86,90	2,5	0,35	2,85								
	Engrasar rodamientos													
	Inspección y limpieza del motor	29/9/2022	45,15	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Octubre	Limpieza externa de la máquina	2/10/2022	14,25	1	0,1	1,1	59,8	0,02	1,3	0,8	98,0	179,5	4,5	97,5
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	21/10/2022	118,90	1,25	0,4	1,65								



	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CONFORMADORA DE BANDAS DE CIERRE	Código	M-S18	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	28/10/2022	46,35	1,5	0,25	1,75								
	Control del estado del pulsador de arranque													
	Revisión general del sistema eléctrico													
Noviembre	Limpieza externa de la máquina	6/11/2022	46,25	1	0,1	1,1	54,5	0,02	1,3	0,8	97,8	163,5	4,5	97,2
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Engrase de cadenas	20/11/2022	78,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Control del estado del pulsador de arranque	27/11/2022	38,35	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Diciembre	Limpieza externa de la máquina	2/12/2022	38,25	1	0,1	1,1	44,0	0,02	1,8	0,6	96,2	176,0	8,0	95,5
	Inspección visual del estado de los rodillos													
	Control del estado de las cadenas	9/12/2022	46,90	1,5	0,25	1,75								
	Revisión del desgaste estructural													
	Engrasar componentes mecánicos (ejes, piñones)	16/12/2022	46,25	3	0,4	3,4								
	Engrasar rodamientos													
	Inspección y limpieza del motor	23/12/2022	44,60	1,5	0,25	1,75								
Revisión general del sistema eléctrico														
DATOS ANUALES			2146,60	54,00	9,15	63,15	640,88	0,19	15,75	7,85	97,3	2146,6	63,2	97,0

Tabla 59: Parámetros de mantenimiento de M-S26.1

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	BALANZA ELECTRÓNICA	Código	M-S26.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							4	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					31,7	0,032	0,50	2,0	98,4	63,5	1,1	98,3
	Revisión general visual	7/1/2022	20,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza total de la máquina	21/1/2022	43,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
Febrero	Limpieza total de la máquina	3/2/2022	39,45	0,5	0,05	0,55	41,5	0,024	0,50	2,0	98,8	82,9	1,1	98,7
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Limpieza interna de la pantalla	17/2/2022	43,45	0,5	0,02	0,52								
Marzo	Revisión del estado de la plataforma	25/2/2022	27,48	0,5	0,05	0,55	23,5	0,043	0,50	2,0	97,9	46,9	1,1	97,7
	Limpieza total de la máquina	3/3/2022	19,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
Abril	Limpieza total de la máquina	3/4/2022	87,45	0,75	0,08	0,83	59,3	0,017	0,63	1,6	99,0	118,6	1,4	98,9
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Limpieza interna de la pantalla	13/4/2022	31,17	0,5	0,02	0,52								
Mayo	Limpieza total de la máquina	5/5/2022	67,48	0,5	0,05	0,55	47,5	0,021	0,50	2,0	99,0	94,9	1,1	98,8
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Revisión del estado de la plataforma	15/5/2022	27,45	0,5	0,05	0,55								
Junio	Calibrar la balanza	5/6/2022	59,45	0,5	0,05	0,55	47,5	0,021	0,75	1,3	98,4	94,9	1,7	98,3




 ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	BALANZA ELECTRÓNICA	Código	M-S26.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							4	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Julio	Limpieza total de la máquina	4/7/2022	50,90	0,5	0,05	0,55	43,2	0,023	0,50	2,0	98,9	86,4	1,1	98,8
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Revisión del estado de la plataforma													
Agosto	Limpieza interna de la pantalla	7/8/2022	67,49	0,5	0,05	0,55	49,5	0,020	0,50	2,0	99,0	98,9	1,1	98,9
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento													
Septiembre	Revisión del estado de la plataforma	8/9/2022	67,45	0,25	0,02	0,27	21,9	0,046	0,25	4,0	98,9	111,2	0,6	99,5
	Limpieza total de la máquina	22/9/2022	43,73	0,5	0,05	0,55								
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
Octubre	Revisión de los componentes internos	2/10/2022	27,45	0,5	0,05	0,55	31,5	0,032	0,50	2,0	98,4	62,9	1,1	98,3
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Limpieza total de la máquina													
Noviembre	Revisión de los componentes internos	6/11/2022	67,45	0,5	0,05	0,55	41,5	0,024	0,63	1,6	98,5	82,9	1,3	98,4
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Revisión del estado de la plataforma													
Diciembre	Limpieza total de la máquina	1/12/2022	63,21	0,5	0,05	0,55	55,3	0,018	0,75	1,3	98,7	110,7	1,7	98,5
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar y calibrar la balanza													
DATOS ANUALES			1054,66	13,25	1,20	14,45	493,6	0,320	6,5	23,9	98,7	1054,7	14,2	98,6

Tabla 60: Parámetros de mantenimiento de M-S30

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
	Máquina	SOLDADORA DE PUNTO	Código	M-S30	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							6
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					33,5	0,03	1,2	0,9	96,6	100,4	4,0	96,1
	Revisión general visual	7/1/2022	30,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza externa de la máquina	14/1/2022	35,45	1	0,1	1,1								
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Inspección del pedal de inicio	21/1/2022	34,90	2	0,3	2,3								
	Inspección y limpieza de la unidad de alimentación													
	Verificar del estado de los electrodos													
Febrero	Limpieza externa de la máquina	3/2/2022	57,70	1,5	0,3	1,8	54,5	0,02	1,0	1,0	98,2	163,4	3,4	97,9
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento de las perillas de control	17/2/2022	64,20	0,5	0,02	0,52								
	Inspección del pedal de inicio	27/2/2022	41,48	1	0,05	1,05								
	Verificar del estado de los electrodos													
Marzo	Limpieza externa de la máquina	3/3/2022	22,95	1	0,1	1,1	30,9	0,03	1,0	1,0	96,9	92,8	3,2	96,5
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del panel de control	13/3/2022	40,90	1	0,1	1,1								
	Inspección del pedal de inicio	20/3/2022	28,90	1	0,005	1,005								
	Verificar del estado de los electrodos													
Abril	Limpieza externa de la máquina	3/4/2022	59,00	1,5	0,3	1,8	48,9	0,02	1,0	1,0	98,0	146,7	3,4	97,7
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento de las perillas de control	13/4/2022	46,20	0,5	0,02	0,52								
	Inspección del pedal de inicio	21/4/2022	41,48	1	0,05	1,05								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	SOLDADORA DE PUNTO	Código	M-S30	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar del estado de los electrodos													
Mayo	Limpieza externa de la máquina	5/5/2022	64,95	1,5	0,3	1,8	44,4	0,02	1,3	0,8	97,1	133,2	4,9	96,3
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Sopleteado en el interior de la máquina	15/5/2022	40,20	1,5	0,5	2								
	Inspección del pedal de inicio	22/5/2022	28,00	1	0,1	1,1								
	Verificar del estado de los electrodos													
Junio	Limpieza externa de la máquina	5/6/2022	58,90	1	0,1	1,1	50,7	0,02	1,2	0,9	97,8	152,1	3,9	97,4
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza de las mangueras de soldadura y Circuito de refrigeración	16/6/2022	52,90	1,5	0,2	1,7								
	Inspección del pedal de inicio	26/6/2022	40,30	1	0,1	1,1								
	Verificar del estado de los electrodos													
Julio	Limpieza externa de la máquina	4/7/2022	34,90	1	0,1	1,1	42,5	0,02	1,3	0,8	97,0	127,5	4,5	96,5
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza de la unidad de alimentación	14/7/2022	52,90	2	0,3	2,3								
	Inspección del pedal de inicio	24/7/2022	39,70	1	0,1	1,1								
	Verificar del estado de los electrodos													
Agosto	Limpieza externa de la máquina	7/8/2022	58,90	1	0,1	1,1	51,1	0,02	0,8	1,2	98,4	153,3	2,7	98,3
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento de las perillas de control	17/8/2022	46,90	0,5	0,02	0,52								
	Inspección del pedal de inicio	28/8/2022	47,48	1	0,05	1,05								
	Verificar del estado de los electrodos													
Septiembre	Limpieza externa de la máquina	8/9/2022	52,95	1	0,1	1,1	40,9	0,02	1,0	1,0	97,6	122,8	3,3	97,4
	Revisión de las conexiones eléctricas													





	ECUATRAN S.A.													
Máquina	SOLDADORA DE PUNTO	Código	M-S30	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza de las mangueras de soldadura y Circuito de refrigeración	16/9/2022	40,90	1	0,1	1,1								
	Inspección del pedal de inicio	22/9/2022	28,90	1	0,05	1,05								
	Verificar del estado de los electrodos													
Octubre	Limpieza externa de la máquina	2/10/2022	40,95	1	0,1	1,1	45,1	0,02	0,8	1,2	98,2	135,3	2,7	98,0
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento de las perillas de control	13/10/2022	52,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección del pedal de inicio	23/10/2022	41,45	1	0,05	1,05								
	Verificar del estado de los electrodos													
Noviembre	Limpieza externa de la máquina	6/11/2022	58,95	1	0,1	1,1	40,6	0,02	1,2	0,9	97,2	121,9	4,2	96,6
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Sopleteado en el interior de la máquina	10/11/2022	22,90	1,5	0,5	2								
	Inspección del pedal de inicio	20/11/2022	40,00	1	0,05	1,05								
	Verificar del estado de los electrodos													
Diciembre	Limpieza externa de la máquina	1/12/2022	52,95	1	0,1	1,1	52,7	0,02	1,2	0,9	97,8	158,2	3,9	97,6
	Revisión de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza de las mangueras de soldadura y Circuito de refrigeración	16/12/2022	70,90	1,5	0,2	1,7								
	Inspección del pedal de inicio	23/12/2022	34,30	1	0,05	1,05								
	Verificar del estado de los electrodos													
DATOS ANUALES			1607,24	39,00	4,82	43,82	535,7	0,3	13,0	11,3	97,6	1607,2	43,8	97,2

Tabla 61: Parámetros de mantenimiento de M-S41.1

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	TALADRO DE BANCADA	Código	M-S41.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					43,6	0,0	0,5	2,0	98,9	130,9	1,7	98,7
	Revisión general visual	7/1/2022	30,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza total de la máquina	14/1/2022	35,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza de la mesa y cremallera													
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Febrero	Revisión de los componentes internos	3/2/2022	29,45	1	0,1	1,1	45,3	0,0	0,8	1,2	98,2	135,8	2,8	98,0
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el estado de las bandas	17/2/2022	64,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del motor, y del mecanismo de movimiento	27/2/2022	41,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Marzo	Limpieza total de la máquina	3/3/2022	22,90	0,5	0,05	0,55	47,2	0,0	0,5	2,0	99,0	94,4	1,1	98,8
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza de la mesa y cremallera	20/3/2022	71,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Abril	Revisión de los componentes internos	3/4/2022	59,45	1	0,1	1,1	49,3	0,0	0,8	1,2	98,3	147,8	2,7	98,2

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	TALADRO DE BANCADA	Código	M-S41.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	13/4/2022	46,90	0,5	0,02	0,52								
	Inspección y limpieza del motor, y del mecanismo de movimiento	21/4/2022	41,48	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Mayo	Limpieza total de la máquina	5/5/2022	64,90	0,5	0,05	0,55	45,3	0,0	0,7	1,5	98,5	135,8	2,2	98,4
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Sopleteado en el interior de la máquina	15/5/2022	41,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza de la mesa y cremallera	22/5/2022	29,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Junio	Revisión de los componentes internos	5/6/2022	58,90	1	0,1	1,1	51,2	0,0	0,8	1,3	98,6	153,5	2,4	98,4
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	16/6/2022	52,90	0,25	0,03	0,28								
	Inspección y limpieza del motor, y del mecanismo de movimiento	26/6/2022	41,72	1	0,05	1,05								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Julio	Limpieza total de la máquina	4/7/2022	34,95	0,5	0,05	0,55	43,3	0,0	0,7	1,5	98,5	129,9	2,2	98,3
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el estado de las bandas	14/7/2022	53,45	0,5	0,05	0,55								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	TALADRO DE BANCADA	Código	M-S41.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza de la mesa y cremallera	24/7/2022	41,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Agosto	Revisión de los componentes internos	7/8/2022	58,90	0,5	0,05	0,55	51,4	0,0	0,4	2,4	99,2	154,1	1,4	99,1
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	17/8/2022	47,45	0,25	0,02	0,27								
	Inspección y limpieza del motor, y del mecanismo de movimiento	28/8/2022	47,73	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Septiembre	Limpieza total de la máquina	8/9/2022	53,45	0,5	0,05	0,55	59,5	0,0	0,8	1,3	98,8	118,9	1,7	98,6
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza de la mesa y cremallera	22/9/2022	65,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Octubre	Revisión de los componentes internos	2/10/2022	40,90	0,5	0,05	0,55	45,3	0,0	0,5	2,0	98,9	135,8	1,7	98,8
	Revisión las conexiones eléctricas													
	Verificar el estado de las bandas	13/10/2022	53,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del motor, y del mecanismo de movimiento	23/10/2022	41,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Noviembre	Revisión de los componentes internos	6/11/2022	59,45	0,5	0,05	0,55	41,3	0,0	0,7	1,5	98,4	123,8	2,2	98,2






	ECUATRAN S.A.													
Máquina	TALADRO DE BANCADA	Código	M-S41.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)								6
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Sopleteado en el interior de la máquina	10/11/2022	23,45	1	0,1	1,1								
	Inspección y limpieza del motor	20/11/2022	40,90	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
Diciembre	Limpieza total de la máquina	1/12/2022	53,45	0,5	0,05	0,55	53,5	0,0	0,7	1,5	98,8	160,4	2,2	98,6
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	9/12/2022	41,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del motor, y del mecanismo de movimiento	23/12/2022	65,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste del husillo													
DATOS ANUALES			1620,98	22,00	2,12	24,12	575,9	0,3	7,8	19,5	98,7	1621,0	24,1	91,4

Tabla 62: Parámetros de mantenimiento de M-S44.A

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	PUENTE GRÚA	Código	M-S44.A	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					45,0	0,02	1,4	0,7	97,0	180,1	6,3	96,5
	Revisión general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Verificar el funcionamiento del freno	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Inspección de la botonera y su respectivo cable													
	Engrasar componentes mecánicos	21/1/2022	46,90	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Inspección y limpieza de los motores laterales	28/1/2022	45,70	2	0,3	2,3								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Febrero	Verificar el funcionamiento del freno	3/2/2022	37,70	1	0,1	1,1	45,9	0,02	1,6	0,6	96,6	183,5	7,4	96,0
	Inspección de la botonera y su respectivo cable													
	Inspección y limpieza del carro eléctrico	10/2/2022	46,90	2,5	0,35	2,85								
	Comprobar que no existan daños en el cable y gancho (desgaste, corrosión)													
	Engrasar componentes mecánicos	17/2/2022	45,15	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	27/2/2022	53,70	1	0,1	1,1								
	Revisión general del sistema eléctrico													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PUENTE GRÚA	Código	M-S44A	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Marzo	Verificar el funcionamiento del freno	3/3/2022	30,90	1	0,1	1,1	54,6	0,02	1,1	0,9	98,0	218,4	5,1	97,7
	Inspección de la botonera y su respectivo cable													
	Verificar el estado de las ruedas del carro	13/3/2022	54,90	0,5	0,05	0,55								
	Engrasar componentes mecánicos	20/3/2022	94,90	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	27/3/2022	37,70	1	0,1	1,1								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Abril	Verificar el funcionamiento del freno	3/4/2022	38,90	1	0,1	1,1	48,3	0,02	1,6	0,6	96,7	193,2	7,5	96,1
	Inspección de la botonera y su respectivo cable													
	Examinar el estado de grasa y nivel de aceite de los reductores de elevación y traslación	10/4/2022	38,90	2	0,3	2,3								
	Limpieza total del equipo													
	Engrasar componentes mecánicos	21/4/2022	69,70	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Inspección y limpieza de los motores laterales	28/4/2022	45,70	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Mayo	Verificar el funcionamiento del freno	5/5/2022	46,25	1	0,1	1,1	44,5	0,02	1,2	0,8	97,4	178,0	5,4	97,0
	Inspección de la botonera y su respectivo cable													
	Inspección y limpieza del carro eléctrico	15/5/2022	54,90	1,5	0,25	1,75								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PUENTE GRÚA	Código	M-S44A	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan daños en el cable y gancho (desgaste, corrosión)	22/5/2022	38,25	1,25	0,15	1,4								
	Comprobar que las poleas giren													
	Inspección y limpieza del carro eléctrico	29/5/2022	38,60	1	0,1	1,1								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Junio	Verificar el funcionamiento del freno	5/6/2022	38,90	1	0,1	1,1	38,3	0,03	1,5	0,7	96,2	153,2	6,8	95,6
	Inspección de la botonera y su respectivo cable													
	Inspección general del estado del sistemas estructural (vigas, uniones, carriles, etc.)	12/6/2022	38,90	2	0,3	2,3								
	Verificar el estado de las ruedas del carro													
	Engrasar componentes mecánicos	19/6/2022	37,70	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
Revisión general del sistema eléctrico	26/6/2022	37,70	1	0,1	1,1									
Julio	Verificar el funcionamiento del freno	4/7/2022	46,90	1	0,1	1,1	46,6	0,02	1,4	0,7	97,0	186,3	6,4	96,6
	Inspección de la botonera y su respectivo cable													
	Examinar el estado de grasa y nivel de aceite de los reductores de elevación y traslación	14/7/2022	70,90	1,25	0,15	1,4								
	Engrasar componentes mecánicos													
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente	18/7/2022	22,60	2	0,1	2,1								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PUENTE GRÚA	Código	M-S44A	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza de los motores laterales	25/7/2022	45,90	1,5	0,25	1,75								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Agosto	Verificar el funcionamiento del freno	7/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	48,3	0,02	1,4	0,7	97,2	193,1	6,3	96,8
	Inspección de la botonera y su cable													
	Verificar el estado de los carriles de rodadura	14/8/2022	38,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el estado de las ruedas del carro													
	Engrasar componentes mecánicos	21/8/2022	38,25	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	28/8/2022	37,70	1	0,1	1,1								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Septiembre	Verificar el funcionamiento del freno	8/9/2022	70,90	1	0,1	1,1	62,9	0,02	1,1	0,9	98,3	251,6	3,5	98,6
	Inspección de la botonera y su cable													
	Inspección y limpieza del carro eléctrico	15/9/2022	46,90	1,25	0,15	0,1875								
	Comprobar que no existan daños en el cable y gancho (desgaste, corrosión)	22/9/2022	86,90	1	0,1	1,1								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	29/9/2022	46,90	1	0,1	1,1								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Octubre	Verificar el funcionamiento del freno	2/10/2022	14,90	1	0,1	1,1	46,8	0,02	1,4	0,7	97,1	187,1	6,2	96,7
	Inspección de la botonera y su cable													
	Limpieza total del equipo	14/10/2022	78,90	1,5	0,15	1,65								





	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PUENTE GRÚA	Código	M-S44A	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	21/10/2022	46,35	1	0,1	1,1								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Limpieza de los motores laterales	28/10/2022	46,90	2	0,3	2,3								
	Revisión general del sistema eléctrico													
Noviembre	Verificar el funcionamiento del freno	6/11/2022	45,70	1	0,1	1,1	40,1	0,02	1,4	0,7	96,7	160,6	6,3	96,1
	Inspección de la botonera y su cable													
	Examinar el estado de grasa y nivel de aceite de los reductores de elevación y traslación	13/11/2022	38,90	1,5	0,25	1,75								
	Engrasar componentes mecánicos	20/11/2022	38,25	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	27/11/2022	37,70	1	0,1	1,1								
Revisión general del sistema eléctrico														
Diciembre	Verificar el funcionamiento del freno	1/12/2022	30,90	1	0,1	1,1	44,5	0,02	1,4	0,7	96,9	178,1	6,6	96,3
	Inspección de la botonera y su cable													
	Inspección y limpieza del carro eléctrico	9/12/2022	54,90	1,25	0,15	1,4								
	Comprobar que no existan daños en el cable y gancho (desgaste, corrosión)													
	Engrasar componentes mecánicos	16/12/2022	46,60	2	0,3	2,3								
	Comprobar que las poleas giren sin inconveniente													
Inspección general del estado del sistemas estructural (vigas, uniones, carriles, etc.)	23/12/2022	45,70	1,5	0,25	1,75									
DATOS ANUALES			2263,00	66,00	8,50	73,29	565,8	0,3	16,5	8,9	97,1	2263,0	73,3	96,7

Tabla 63: Parámetros de mantenimiento de M-S69.1


	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	TRONZADORA	Código	M-S69.1	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					33,6	0,03	0,5	2,0	98,5	100,9	1,7	98,4
	Revisión general visual	7/1/2022	30,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza total de la máquina	14/1/2022	35,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del protector de disco	21/1/2022	35,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Febrero	Revisión de los componentes internos	4/2/2022	65,45	1	0,1	1,1	55,4	0,02	0,6	1,7	99,0	166,1	1,9	98,8
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	17/2/2022	58,90	0,25	0,02	0,27								
	Inspección de sonidos irregulares	27/2/2022	41,73	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Marzo	Limpieza total de la máquina	3/3/2022	23,45	0,5	0,05	0,55	31,6	0,03	0,3	3,0	99,0	94,9	1,1	98,9
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del motor	20/3/2022	71,45	0,5	0,005	0,505								
	Revisar el estado del disco													
Abril	Revisión y limpieza de los componentes internos	3/4/2022	59,50	1	0,1	1,1	49,4	0,02	0,6	1,7	98,8	148,1	1,9	98,7


	ECUATRAN S.A.													
Máquina	TRONZADORA	Código	M-S69.1	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	13/4/2022	46,90	0,25	0,02	0,27								
	Inspección de sonidos irregulares	21/4/2022	41,73	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Mayo	Limpieza total de la máquina	5/5/2022	65,45	0,5	0,05	0,55	45,5	0,02	0,5	2,0	98,9	136,4	1,7	98,8
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Sopleteado en el interior de la máquina	15/5/2022	41,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del protector de disco	22/5/2022	29,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Junio	Revisión y limpieza de los componentes internos	5/6/2022	59,45	1	0,1	1,1	51,3	0,02	0,7	1,5	98,7	153,8	2,2	98,6
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del motor	16/6/2022	52,90	0,5	0,02	0,52								
	Inspección de sonidos irregulares	26/6/2022	41,48	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Julio	Limpieza total de la máquina	4/7/2022	35,45	0,5	0,05	0,55	43,5	0,02	0,5	2,0	98,9	130,4	1,7	98,7
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	14/7/2022	53,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del protector de disco	24/7/2022	41,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													


	ECUATRAN S.A.													
Máquina	TRONZADORA	Código	M-S69.1	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							6
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Agosto	Revisión y limpieza de los componentes internos	7/8/2022	59,45	1	0,1	1,1	51,3	0,02	0,7	1,5	98,7	153,8	2,2	98,6
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	17/8/2022	46,90	0,5	0,02	0,52								
	Inspección de sonidos irregulares	28/8/2022	47,48	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Septiembre	Limpieza total de la máquina	8/9/2022	53,45	0,5	0,05	0,55	59,5	0,02	0,5	2,0	99,2	118,9	1,1	99,1
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del motor	22/9/2022	65,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Octubre	Revisión y limpieza de los componentes internos	2/10/2022	41,45	1	0,1	1,1	45,3	0,02	0,7	1,5	98,5	135,8	2,2	98,4
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	13/10/2022	52,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección de sonidos irregulares	23/10/2022	41,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Noviembre	Limpieza total de la máquina	6/11/2022	59,45	0,5	0,05	0,55	41,4	0,02	0,6	1,7	98,6	124,1	1,9	98,4
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Sopleteado en el interior de la máquina	10/11/2022	23,45	0,75	0,08	0,83								


ECUATRAN S.A.														
Máquina	TRONZADORA	Código	M-S69.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							6	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del protector de disco	20/11/2022	41,17	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
Diciembre	Revisión y limpieza de los componentes internos	1/12/2022	53,45	1	0,1	1,1	53,3	0,02	0,7	1,5	98,8	159,8	2,2	98,6
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del motor	9/12/2022	40,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección de sonidos irregulares	23/12/2022	65,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado del disco													
DATOS ANUALES			1622,94	19,75	1,87	21,62	560,8	0,27	6,8	22,1	98,8	1622,9	21,6	98,7

Tabla 64: Parámetros de mantenimiento de M-S70

	ECUATRAN S.A.														
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO														
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS														
	Máquina	PLEGADORA HIDRÁULICA	Código	M-S70	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							16
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)	
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					86,9	0,01	1,5	0,7	98,3	347,5	6,8	98,0	
	Revisión general visual	7/1/2022	64,00	0,5	0,05	0,55									
	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	14/1/2022	111,45	2	0,3	2,3									
	Limpieza y revisión del punzón y matriz														
	Comprobar que no existan fugas	16/1/2022	13,70	1,5	0,15	1,65									
	Verificar el estado de la bomba hidráulica														
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/1/2022	158,35	2	0,3	2,3									
	Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Febrero	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	3/2/2022	77,70	2	0,3	2,3	94,2	0,01	1,6	0,6	98,3	376,6	7,4	98,0	
	Limpieza y revisión del punzón y matriz														
	Revisión y limpieza del Tablero de control NC	14/2/2022	125,70	1	0,1	1,1									
	Comprobar que no existan fugas	17/2/2022	62,90	1,5	0,2	1,7									
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)														
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/2/2022	110,30	2	0,3	2,3									
	Inspección y limpieza de las cañerías														
Marzo	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	3/3/2022	61,70	2	0,3	2,3	109,9	0,01	1,6	0,6	98,6	439,7	7,2	98,4	

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PLEGADORA HIDRÁULICA	Código	M-S70	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							16
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisión y limpieza del Tablero de control NC													
	Revisar el desgaste de piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, casquillo)	13/3/2022	109,70	1,5	0,2	1,7								
	Comprobar que no existan fugas	20/3/2022	189,70	1,25	0,15	1,4								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/3/2022	78,60	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Abril	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	3/4/2022	78,25	2	0,3	2,3	97,7	0,01	2,0	0,5	98,0	390,8	9,2	97,6
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Engrase de guías y bulones	10/4/2022	77,70	2,5	0,35	2,85								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/4/2022	141,15	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/4/2022	93,70	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Mayo	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	5/5/2022	94,25	2	0,3	2,3	90,2	0,01	1,7	0,6	98,2	360,8	7,8	97,9
	Revisión y limpieza del Tablero de control NC													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	15/5/2022	109,70	1,5	0,3	1,8								
	Comprobar que no existan fugas	22/5/2022	78,20	1,25	0,15	1,4								

	EQUATRAM S.A.													
Máquina	PLEGADORA HIDRÁULICA	Código	M-S70	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección visual del depósito de aceite	29/5/2022	78,60	2	0,25	2,25								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
	Inspección y limpieza de las cañerías													
Junio	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	5/6/2022	77,75	2	0,5	2,5	77,6	0,01	1,8	0,6	97,7	310,3	9,2	97,0
	Limpieza y revisión del punzón y matriz	12/6/2022	77,50	2,5	0,8	3,3								
	Engrase de guías y bulones													
	Revisión del bastón de control	19/6/2022	76,70	1,25	0,4	1,65								
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	26/6/2022	78,35	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Julio	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	4/7/2022	94,25	2	0,3	2,3	94,3	0,01	1,4	0,7	98,5	377,3	6,7	98,2
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisión y limpieza del Tablero de control NC	14/7/2022	141,70	0,75	0,06	0,81								
	Comprobar que no existan fugas	18/7/2022	47,19	1,5	0,3	1,8								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/7/2022	94,20	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Agosto	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	7/8/2022	158,25	2	0,1	2,1	83,2	0,01	1,9	0,5	97,7	332,9	8,7	97,4

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PLEGADORA HIDRÁULICA	Código	M-S70	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							16
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Engrase de guías y bulones	14/8/2022	77,90	2,5	0,35	2,85	125,9	0,01	1,6	0,6	98,8	503,7	5,8	98,8
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/8/2022	18,15	1,25	0,15	1,4								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/8/2022	78,60	2	0,3	2,3								
	Inspección y limpieza de las cañerías													
Septiembre	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	8/9/2022	141,70	2	0,3	2,3								
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, casquillo)	15/9/2022	93,70	1,5	0,25	0,375								
	Comprobar que no existan fugas	22/9/2022	173,70	1,25	0,15	1,4								
	Inspección visual del depósito de aceite													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	29/9/2022	94,60	1,5	0,25	1,75								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Octubre	Revisión y reemplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	2/10/2022	30,25	2	0,5	2,5	94,1	0,01	1,6	0,6	98,3	376,4	7,7	98,0
	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico													
	Revisión y limpieza del Tablero de control NC	14/10/2022	157,50	1	0,1	1,1								
	Revisión del bastón de control													






	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PLEGADORA HIDRÁULICA	Código	M-S70	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan fugas	21/10/2022	94,90	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/10/2022	93,70	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Noviembre	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	6/11/2022	94,25	2	0,3	2,3	82,2	0,01	1,7	0,6	98,0	328,8	7,8	97,6
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	13/11/2022	77,70	1,5	0,25	1,75								
	Comprobar que no existan fugas	20/11/2022	78,25	1,25	0,15	1,4								
	Verificar el estado de la bomba hidráulica													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/11/2022	78,60	2	0,3	2,3								
Inspección y limpieza de las cañerías														
Diciembre	Inspección y limpieza de los componentes del sistema hidráulico	1/12/2022	61,70	1	0,1	1,1	90,3	0,01	1,4	0,7	98,5	361,2	6,2	98,3
	Limpieza y revisión del punzón y matriz													
	Revisión y limpieza del Tablero de control NC	9/12/2022	110,90	1	0,1	1,1								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	16/12/2022	94,90	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	23/12/2022	93,70	1,5	0,225	1,725								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
DATOS ANUALES			4505,94	79,25	12,39	90,26	1126,5	0,13	19,8	7,4	98,2	4505,9	90,3	97,9

Tabla 65: Parámetros de mantenimiento de M-S75

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S75	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					45,2	0,02	1,1	0,9	97,6	180,7	5,0	97,3
	Revisión general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Revisión general del sistema eléctrico	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Comprobar que no existan fugas	21/1/2022	46,90	1,5	0,15	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/1/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Febrero	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	4/2/2022	46,35	1	0,1	1,1	37,0	0,03	1,2	0,9	97,0	185,1	7,0	96,2
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Engrasar componentes mecánicos	10/2/2022	38,90	2	0,8	2,8								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	17/2/2022	45,20	1,25	0,15	1,4								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/2/2022	54,60	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Marzo	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	1/3/2022	14,35	1	0,1	1,1	58,6	0,02	1,4	0,7	97,6	234,5	7,0	97,0
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, portacuchilla)	13/3/2022	70,90	2	0,6	2,6								

 ECUATRAN	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S75	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Comprobar que no existan fugas	20/3/2022	110,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/3/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Abril	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	3/4/2022	38,35	1	0,1	1,1	48,3	0,02	1,4	0,7	97,1	193,1	6,9	96,4
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Engrasar componentes mecánicos	10/4/2022	38,90	2	0,5	2,5								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/4/2022	69,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/4/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Mayo	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	5/5/2022	46,35	1	0,1	1,1	44,5	0,02	1,3	0,8	97,1	177,8	6,2	96,5
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	15/5/2022	54,90	1,5	0,3	1,8								
	Comprobar que no existan fugas													
	Verificar sujeción de tuercas y pernos	22/5/2022	38,20	1,25	0,4	1,65								
	Inspección y limpieza del motor eléctrico													
Verificar el nivel de aceite hidráulico	29/5/2022	38,35	1,5	0,15	1,65									
Junio	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	5/6/2022	38,35	1	0,1	1,1	38,3	0,03	1,4	0,7	96,4	153,1	6,9	95,5
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S75	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Engrasar componentes mecánicos	12/6/2022	38,90	2	0,5	2,5	46,6	0,02	1,3	0,8	97,3	186,3	5,9	96,9
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	19/6/2022	37,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	26/6/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Julio	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	4/7/2022	46,35	1	0,1	1,1	46,6	0,02	1,3	0,8	97,3	186,3	5,9	96,9
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	14/7/2022	70,90	1,5	0,15	1,65								
	Comprobar que no existan fugas	18/7/2022	22,35	1,25	0,1	1,35								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	25/7/2022	46,65	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Agosto	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	7/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	48,3	0,02	1,4	0,7	97,1	193,0	6,9	96,4
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Engrasar componentes mecánicos	14/8/2022	38,90	2	0,5	2,5								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/8/2022	37,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/8/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S75	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Septiembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	8/9/2022	70,35	1	0,1	1,1	62,6	0,02	1,6	0,6	97,6	250,5	6,2	97,5
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisar el desgaste piezas mecánicas (bancada, bastidor, mesa, portacuchilla)	15/9/2022	46,90	2,5	0,7	1,75								
	Comprobar que no existan fugas	22/9/2022	86,90	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	29/9/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Octubre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	2/10/2022	14,35	1	0,1	1,1	46,3	0,02	1,4	0,7	97,0	185,1	6,9	96,3
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Engrasar componentes mecánicos	14/10/2022	78,90	2	0,5	2,5								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	21/10/2022	45,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	28/10/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
Verificar el nivel de aceite hidráulico														
Noviembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	6/11/2022	46,35	1	0,1	1,1	42,5	0,02	1,3	0,8	97,0	169,8	6,2	96,3
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	11/11/2022	38,90	1,5	0,3	1,8								
	Comprobar que no existan fugas	20/11/2022	46,20	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													






	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CIZALLA HIDRÁULICA	Código	M-S75	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	27/11/2022	38,35	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
Diciembre	Revisión general del sistema eléctrico, botones, cables, manijas	1/12/2022	30,35	1	0,1	1,1	44,3	0,02	1,4	0,7	96,9	177,1	6,9	96,1
	Limpieza de la mesa y revisión de cuchilla													
	Engrasar componentes mecánicos	9/12/2022	54,90	2	0,5	2,5								
	Revisión del bastón de control													
	Comprobar que no existan fugas	16/12/2022	45,50	1,25	0,4	1,65								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos													
	Inspección y limpieza del motor eléctrico	23/12/2022	46,35	1,5	0,15	1,65								
	Verificar el nivel de aceite hidráulico													
DATOS ANUALES			2286,00	66,75	12,50	77,80	562,2	0,26	16,4	8,9	97,1	2286,0	77,8	96,5

Tabla 66: Parámetros de mantenimiento de M-S89

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	CORTADORA FLOW CNC		Código	M-S89	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)						12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					68,2	0,01	1,0	1,0	98,6	272,6	4,5	98,4
	Revisión general visual	7/1/2022	60,00	0,5	0,005	0,505								
	Revisión del cableado exterior	14/1/2022	71,495	1,5	0,25	1,75								
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	21/1/2022	70,25	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas	28/1/2022	70,90	1	0,1	1,1								
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada													
	Limpieza externa de la máquina													
Febrero	Revisión del cableado exterior	4/2/2022	70,90	1,5	0,2	1,7	70,8	0,01	1,1	0,9	98,4	283,0	5,0	98,2
	Control del cabezal													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	11/2/2022	70,30	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Inspección del estado de los rieles	17/2/2022	58,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	27/2/2022	82,90	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Marzo	Revisión del cableado exterior	3/3/2022	46,90	1,5	0,2	1,7	82,5	0,01	1,3	0,8	98,5	329,8	5,6	98,3
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías	13/3/2022	82,30	1	0,1	1,1								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA FLOW CNC	Código	M-S89	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Lubricar componentes mecánicos	20/3/2022	142,30	1,5	0,2	1,7	73,5	0,01	1,4	0,7	98,2	293,8	6,2	97,9
	Revisión y limpieza del servomotor													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	27/3/2022	58,30	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Abril	Revisión del cableado exterior	3/4/2022	58,90	1,5	0,2	1,7	73,5	0,01	1,4	0,7	98,2	293,8	6,2	97,9
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	10/4/2022	58,30	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	21/4/2022	106,90	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	28/4/2022	69,70	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Mayo	Revisión del cableado exterior	5/5/2022	70,90	1,5	0,2	1,7	67,8	0,01	1,0	1,0	98,5	271,1	4,9	98,2
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	15/5/2022	82,30	0,5	0,5	1								
	Inspección del estado de los rieles	22/5/2022	59,00	1	0,1	1,1								
	Comprobar que no existan fugas													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	29/5/2022	58,90	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Junio	Revisión del cableado exterior	5/6/2022	58,90	1,5	0,2	1,7	58,5	0,02	1,4	0,7	97,7	233,8	6,2	97,3
	Control del cabezal													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA FLOW CNC	Código	M-S89	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTRR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección de la estanqueidad en tuberías	12/6/2022	58,30	2	0,3	2,3	70,6	0,01	1,3	0,8	98,3	282,4	5,7	98,0
	Revisión y limpieza del servomotor													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	19/6/2022	57,70	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	26/6/2022	58,90	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Julio	Revisión del cableado exterior	4/7/2022	70,90	1,5	0,2	1,7	70,6	0,01	1,3	0,8	98,3	282,4	5,7	98,0
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	14/7/2022	106,30	0,5	0,05	0,55								
	Comprobar que no existan fugas	18/7/2022	35,45	2	0,3	2,3								
	Verificar el estado de los rieles de movimiento													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	25/7/2022	69,70	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Agosto	Revisión del cableado exterior	7/8/2022	118,90	1,5	0,2	1,7	73,9	0,01	1,0	1,0	98,7	295,6	4,5	98,5
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	14/8/2022	58,30	0,5	0,05	0,55								
	Lubricar componentes mecánicos													
	Verificar que no existan ruidos extraños	21/8/2022	59,45	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	28/8/2022	58,90	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA FLOW CNC	Código	M-S89	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Septiembre	Revisión del cableado exterior	8/9/2022	106,90	1,5	0,2	1,7	94,5	0,01	1,3	0,8	98,7	377,8	4,6	98,8
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías	15/9/2022	70,30	1	0,1	0,1								
	Inspección del estado de los rieles	22/9/2022	130,30	1,5	0,2	1,7								
	Revisión y limpieza del servomotor													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	29/9/2022	70,30	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Octubre	Revisión del cableado exterior	2/10/2022	22,90	1,5	0,2	1,7	70,5	0,01	1,4	0,7	98,1	281,8	6,2	97,8
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Verificar que no existan ruidos extraños	14/10/2022	118,30	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Revisión general de los componentes de la bomba	21/10/2022	70,90	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	28/10/2022	69,70	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Noviembre	Revisión del cableado exterior	6/11/2022	70,90	1,5	0,2	1,7	61,6	0,02	1,3	0,8	98,0	246,4	5,6	97,7
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Inspección del estado de los rieles	13/11/2022	58,30	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	20/11/2022	58,90	1,5	0,2	1,7								
	Lubricar componentes mecánicos													
Controlar que la bomba genere la presión adecuada	27/11/2022	58,30	1	0,1	1,1									



 ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA FLOW CNC	Código	M-S89	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							12	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Diciembre	Revisión del cableado exterior	1/12/2022	46,90	1,5	0,2	1,7	67,6	0,01	1,3	0,8	98,2	270,4	5,6	97,9
	Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones													
	Inspección y limpieza del tanque de agua	9/12/2022	82,30	1,5	0,2	1,7								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Revisión y limpieza del servomotor	16/12/2022	70,30	1	0,1	1,1								
	Revisar el desgaste de la mesa													
	Controlar que la bomba genere la presión adecuada	23/12/2022	70,90	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
DATOS ANUALES			3438,4	58,0	7,26	64,46	859,6	0,17	14,5	10,1	98,3	3438,4	64,5	98,1

Tabla 67: Parámetros de mantenimiento de M-S94

ECUATRAN S.A.														
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO														
ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS														
Máquina	PANELADORA	Código	M-S94	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					45,3	0,02	0,9	1,1	98,1	181,3	3,8	97,9
	Revisión general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,005	0,505								
	Revisión del cableado exterior	14/1/2022	47,495	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	21/1/2022	46,90	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Control del estado del desenrollador	28/1/2022	46,90	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Febrero	Revisión del cableado exterior	3/2/2022	38,90	1	0,1	1,1	46,6	0,02	1,5	0,7	96,9	186,3	6,9	96,3
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión, limpieza de los rieles	10/2/2022	46,90	1,5	0,25	1,75								
	Inspección del sistema de control de PLC													
	Verificar el funcionamiento del sistema de plegado	17/2/2022	46,25	1,5	0,25	1,75								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Inspección y control del funcionamiento del sistema de transmisión	27/2/2022	54,25	2	0,3	2,3								
	Limpieza externa de la máquina													
Marzo	Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	3/3/2022	29,70	2,5	0,35	2,85	53,4	0,02	2,4	0,4	95,7	213,7	10,9	94,9
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión y remplazo de los componentes del sistema neumático	13/3/2022	53,15	3	0,4	3,4								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PANELADORA	Código	M-S94	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	20/3/2022	93,15	2	0,3	2,3								
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre													
	Engrasar componentes mecánicos	27/3/2022	37,70	2	0,3	2,3								
	Limpieza externa de la máquina													
Abril	Revisión del cableado exterior	3/4/2022	37,70	1	0,1	1,1	48,0	0,02	1,6	0,6	96,7	192,0	7,5	96,1
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión y control de los cilindros	10/4/2022	38,90	2	0,3	2,3								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Engrasar partes móviles	21/4/2022	69,70	2	0,3	2,3								
	Verificar el funcionamiento del sistema de plegado	28/4/2022	45,70	1,5	0,25	1,75								
	Limpieza externa de la máquina													
Mayo	Revisión del cableado exterior	5/5/2022	46,25	1	0,1	1,1	44,6	0,02	1,6	0,6	96,5	178,3	7,4	95,9
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	15/5/2022	54,90	0,5	0,05	0,55								
	Revisión y limpieza de los rieles	22/5/2022	39,45	2	0,3	2,3								
	Control del estado del sistema de cizallamiento													
	Inspección y reemplazo de componentes dañados del sistema de control	29/5/2022	37,70	3	0,4	3,4								
	Limpieza externa de la máquina													
Junio	Revisión del cableado exterior	5/6/2022	36,60	1	0,1	1,1	37,9	0,03	1,6	0,6	95,9	151,5	7,5	95,1
	Verificar que no existan fugas													
	Inspección y limpieza de la estación hidráulica	12/6/2022	38,90	2	0,3	2,3								
	Verificar el estado de las mangueras que transportan el fluido hidráulico													

ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PANELADORA	Código	M-S94	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	19/6/2022	37,70	1,5	0,25	1,75								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza de motores	26/6/2022	38,25	2	0,3	2,3								
	Limpieza externa de la máquina													
Julio	Revisión del cableado exterior	4/7/2022	45,70	1	0,1	1,1	46,4	0,02	1,3	0,8	97,4	185,7	5,8	96,9
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	14/7/2022	70,90	0,5	0,05	0,55								
	Control del estado del desenrollador	18/7/2022	23,45	2	0,35	2,35								
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre													
	Verificar el funcionamiento del sistema de plegado	25/7/2022	45,65	1,5	0,25	1,75								
	Limpieza externa de la máquina													
Agosto	Revisión del cableado exterior	7/8/2022	78,25	1	0,1	1,1	48,3	0,02	1,4	0,7	97,2	193,2	6,2	96,8
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	14/8/2022	38,90	2	0,25	2,25								
	Engrasar partes móviles													
	Revisión, limpieza de los rieles	21/8/2022	37,75	1,5	0,2	1,7								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre	28/8/2022	38,30	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Septiembre	Revisión del cableado exterior	8/9/2022	70,90	1	0,1	1,1	62,8	0,02	1,3	0,8	98,0	251,0	5,1	98,0
	Verificar que no existan fugas													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	15/9/2022	46,90	0,5	0,05	0,025								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	22/9/2022	86,90	1,5	0,2	1,7								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													





	ECUATRAN S.A.													
Máquina	PANELADORA	Código	M-S94	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Octubre	Revisión del cableado exterior	2/10/2022	13,70	1	0,1	1,1	46,0	0,02	1,5	0,7	96,8	184,1	6,7	96,4
	Verificar que no existan fugas													
	Verificar que no existan ruidos extraños	14/10/2022	78,90	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Revisión y limpieza de los rieles	21/10/2022	46,90	3	0,4	3,4								
	Revisión y reemplazo de los componentes del sistema neumático													
	Revisión y control de los cilindros	28/10/2022	44,60	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Noviembre	Revisión del cableado exterior	6/11/2022	46,90	1	0,1	1,1	42,5	0,02	1,5	0,7	96,6	169,9	6,8	96,0
	Verificar que no existan fugas													
	Control del estado del sistema de cizallamiento	11/11/2022	38,90	1,5	0,25	1,75								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	20/11/2022	46,25	2	0,2	2,2								
	Engrasar partes móviles													
	Verificar el estado de las mangueras que transportan el fluido hidráulico	27/11/2022	37,80	1,5	0,2	1,7								
Diciembre	Revisión del cableado exterior	1/12/2022	30,30	1	0,1	1,1	44,0	0,02	1,9	0,5	95,9	176,1	8,5	95,2
	Verificar que no existan fugas													
	Inspección y limpieza de la estación hidráulica	9/12/2022	54,90	2	0,3	2,3								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Inspección y limpieza de motores	13/12/2022	21,70	2,5	0,35	2,85								
	Revisar el desgaste de la estructura													
	Engrasar componentes mecánicos	23/12/2022	69,15	2	0,2	2,2								
DATOS ANUALES			2262,9	73,50	9,75	82,73	565,7	0,26	18,4	8,3	96,8	2262,9	82,7	96,3

Tabla 68: Parámetros de mantenimiento de M-S95

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
	Máquina	SOLDADORA DE PANELES	Código	M-S95	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					33,2	0,03	1,1	0,9	96,7	132,6	5,1	96,2
	Revisión general visual	6/1/2022	32,00	0,5	0,005	0,505								
	Revisión del cableado exterior	14/1/2022	55,50	1,5	0,25	1,75								
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	16/1/2022	6,25	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños	21/1/2022	38,90	1,5	0,25	1,75								
	Verificar el funcionamiento del sistema de enfriamiento													
	Limpieza externa de la máquina													
Febrero	Revisión del cableado exterior	3/2/2022	78,25	1,5	0,2	1,7	56,2	0,02	1,5	0,7	97,4	224,6	6,8	97,0
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de los rieles	9/2/2022	38,30	2,5	0,35	2,85								
	Limpieza interna y externa de las soldadoras TIG	17/2/2022	53,15	1	0,1	1,1								
	Control del estado del electrodo y afilado de ser necesario													
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Verificar el estado de la pinza a tierra	27/2/2022	54,90	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Marzo	Revisión del cableado exterior	3/3/2022	30,90	1,5	0,2	1,7	54,5	0,02	1,5	0,7	97,3	217,8	6,8	96,9
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	13/3/2022	54,30	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	20/3/2022	94,30	1,5	0,2	1,7								


	ECUATRAN S.A.													
Máquina	SOLDADORA DE PANELES	Código	M-S95	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre	27/3/2022	38,30	2	0,3	2,3								
	Engrasar componentes mecánicos													
	Limpieza externa de la máquina													
Abril	Revisión del cableado exterior	3/4/2022	37,70	1,5	0,2	1,7	48,2	0,02	1,5	0,7	97,0	192,6	6,9	96,4
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	10/4/2022	38,30	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Engrasar partes móviles	21/4/2022	70,90	2	0,3	2,3								
	Control del estado del electrodo y afilado de ser necesario													
	Verificar el funcionamiento del sistema de enfriamiento	28/4/2022	45,70	1,5	0,25	1,75								
Limpieza externa de la máquina														
Mayo	Revisión del cableado exterior	5/5/2022	46,25	1,5	0,2	1,7	44,6	0,02	1,3	0,8	97,3	178,5	6,1	96,6
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	15/5/2022	54,30	0,5	0,5	1								
	Revisión y limpieza de los rieles	22/5/2022	39,00	1	0,1	1,1								
	Verificar el estado de la pinza a tierra													
	Inspección y reemplazo de componentes dañados del sistema de control	29/5/2022	38,90	2	0,3	2,3								
Limpieza externa de la máquina														
Junio	Revisión del cableado exterior	5/6/2022	37,70	1,5	0,2	1,7	38,2	0,03	1,6	0,6	95,9	152,6	7,4	95,2
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	12/6/2022	38,30	2	0,3	2,3								
	Control del estado del electrodo y afilado													


	ECUATRAN S.A.													
Máquina	SOLDADORA DE PANELES		Código	M-S95	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	19/6/2022	37,70	1	0,1	1,1	46,2	0,02	1,5	0,7	96,9	184,7	6,9	96,3
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Inspección y limpieza de motores	26/6/2022	38,90	2	0,25	2,25								
	Limpieza externa de la máquina													
Julio	Revisión del cableado exterior	4/7/2022	45,75	1,5	0,2	1,7	46,2	0,02	1,5	0,7	96,9	184,7	6,9	96,3
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	14/7/2022	70,30	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza interna y externa de las soldadoras TIG	18/7/2022	23,45	2,5	0,35	2,85								
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre													
	Verificar el funcionamiento del sistema de enfriamiento	25/7/2022	45,15	1,5	0,25	1,75								
Limpieza externa de la máquina														
Agosto	Revisión del cableado exterior	7/8/2022	78,25	1,5	0,2	1,7	48,4	0,02	1,3	0,8	97,4	193,5	5,9	97,0
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	14/8/2022	38,30	1,75	0,25	2								
	Engrasar partes móviles													
	Control del estado del electrodo y afilado de ser necesario	21/8/2022	38,00	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre	28/8/2022	38,90	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Septiembre	Revisión del cableado exterior	8/9/2022	70,90	1,5	0,2	1,7	62,5	0,02	1,5	0,7	97,7	249,8	5,8	97,7
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías	15/9/2022	46,30	1	0,1	0,1								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	22/9/2022	86,30	1,5	0,2	1,7								

ECUATRAN.	ECUATRAN S.A.													
Máquina	SOLDADORA DE PANELES	Código	M-S95	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Engrasar componentes mecánicos	29/9/2022	46,30	2	0,3	2,3								
Octubre	Revisión del cableado exterior	2/10/2022	13,70	1,5	0,2	1,7	46,5	0,02	1,1	0,9	97,6	185,8	5,0	97,3
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Verificar que no existan ruidos extraños	14/10/2022	78,30	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Revisión y limpieza de los rieles	21/10/2022	46,90	1	0,1	1,1								
	Verificar el estado de la pinza a tierra													
	Control del estado del electrodo y afilado	28/10/2022	46,90	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Noviembre	Revisión del cableado exterior	6/11/2022	46,90	1,5	0,2	1,7	40,2	0,02	1,8	0,6	95,8	160,7	7,9	95,1
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Limpieza interna y externa de las soldadoras TIG	13/11/2022	38,30	2	0,3	2,3								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	20/11/2022	37,70	2	0,2	2,2								
	Engrasar partes móviles													
	Control del sistema de enfriamiento	27/11/2022	37,80	1,5	0,2	1,7								
Limpieza externa de la máquina														
Diciembre	Revisión del cableado exterior	1/12/2022	30,30	1,5	0,2	1,7	44,2	0,02	1,8	0,6	96,2	176,6	7,9	95,5
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre	7/12/2022	38,30	1,5	0,2	1,7								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Inspección y limpieza de motores	16/12/2022	62,30	2	0,3	2,3								
	Revisar el desgaste de la estructura													
Engrasar componentes mecánicos	23/12/2022	45,70	2	0,2	2,2									
DATOS ANUALES			2249,7	69,75	9,36	78,31	562,4	0,26	17,4	8,4	96,9	2249,7	78,3	96,4

Tabla 69: Parámetros de mantenimiento de M-S98

ECUATRAN S.A.														
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO														
ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS														
Máquina	CORTADORA DE PLASMA CNC	Código	M-S98	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					91,2	0,0	1,1	0,9	98,8	364,6	5,1	98,6
	Revisión general visual	6/1/2022	64,00	0,5	0,005	0,505								
	Revisión del cableado exterior	14/1/2022	111,495	1,5	0,25	1,75								
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	21/1/2022	94,25	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Revisión y limpieza de servomotores	28/1/2022	94,90	1,5	0,25	1,75								
	Limpieza externa de la máquina													
Febrero	Revisión del cableado exterior	3/2/2022	78,25	1,5	0,2	1,7	94,6	0,0	1,1	0,9	98,8	378,4	5,0	98,7
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	11/2/2022	110,30	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Inspección del estado de los rieles	17/2/2022	78,90	1	0,1	1,1								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Verificar el estado de la pinza a tierra	27/2/2022	110,90	1	0,1	1,1								
	Limpieza externa de la máquina													
Marzo	Revisión del cableado exterior	3/3/2022	62,90	1,5	0,2	1,7	110,5	0,0	1,5	0,7	98,7	441,8	6,8	98,5
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	13/3/2022	110,30	1	0,1	1,1								
	Inspección del estado y funcionamiento del control de altura de antorcha	20/3/2022	190,30	1,5	0,2	1,7								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA DE PLASMA CNC	Código	M-S98	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre	27/3/2022	78,30	2	0,3	2,3								
	Engrasar componentes mecánicos													
	Limpieza externa de la máquina													
Abril	Revisión del cableado exterior	3/4/2022	77,70	1,5	0,2	1,7	98,2	0,0	1,5	0,7	98,5	392,6	6,9	98,3
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	10/4/2022	78,30	1	0,1	1,1								
	Verificar que no existan ruidos extraños													
	Limpieza interna y externa de la fuente de plasma	21/4/2022	142,90	2	0,3	2,3								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Control del estado de la mesa y tina de agua	28/4/2022	93,70	1,5	0,25	1,75								
Limpieza externa de la máquina														
Mayo	Revisión del cableado exterior	5/5/2022	94,25	1,5	0,2	1,7	90,6	0,0	1,0	1,0	98,9	362,5	4,9	98,6
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	15/5/2022	110,30	0,5	0,5	1								
	Inspección del estado de los rieles	22/5/2022	79,00	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de servomotores													
	Verificar el estado de la pinza a tierra	29/5/2022	78,90	1	0,1	1,1								
Limpieza externa de la máquina														
Junio	Revisión del cableado exterior	5/6/2022	78,90	1,5	0,2	1,7	78,5	0,0	1,6	0,6	98,0	313,8	7,4	97,7
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	12/6/2022	78,30	2	0,3	2,3								
	Revisar el estado de los finales de carrera													
Revisión y limpieza de la pantalla de control	19/6/2022	77,70	1	0,1	1,1									

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA DE PLASMA CNC	Código	M-S98	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Engrasar componentes mecánicos	26/6/2022	78,90	2	0,25	2,25	94,3	0,0	1,4	0,7	98,6	377,2	6,3	98,3
	Limpieza externa de la máquina													
Revisión del cableado exterior	4/7/2022	93,75	1,5	0,2	1,7									
Inspección y limpieza de la antorcha														
Julio	Revisión y limpieza de la pantalla de control	14/7/2022	142,30	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza interna y externa de la fuente de plasma	18/7/2022	47,45	2	0,3	2,3								
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre													
	Inspección del estado y funcionamiento del control de altura de antorcha	25/7/2022	93,70	1,5	0,25	1,75								
	Limpieza externa de la máquina													
	Agosto	Revisión del cableado exterior	7/8/2022	158,25	1,5	0,2	1,7							
Inspección y limpieza de la antorcha														
Revisión y limpieza de la pantalla de control		14/8/2022	78,30	0,5	0,05	0,55								
Verificar el estado de la pinza a tierra														
Verificar que no existan ruidos extraños		21/8/2022	79,45	1	0,1	1,1								
Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)														
Revisión y limpieza de servomotores		28/8/2022	78,90	1,5	0,25	1,75								
Septiembre	Revisión del cableado exterior	8/9/2022	142,25	1,5	0,2	1,7								
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Inspección de la estanqueidad en tuberías y recorres de gas	15/9/2022	94,30	1	0,1	0,1								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	22/9/2022	174,30	1,5	0,2	1,7								
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre													




	ECUATRAN S.A.													
Máquina	CORTADORA DE PLASMA CNC	Código	M-S98	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							16	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Engrasar componentes mecánicos	29/9/2022	94,30	2	0,3	2,3								
Octubre	Revisión del cableado exterior	2/10/2022	29,70	1,5	0,2	1,7	94,3	0,0	1,3	0,8	98,7	377,2	5,6	98,5
	Verificar que no existan ruidos extraños	14/10/2022	158,30	1	0,1	1,1	82,6	0,0	1,5	0,7	98,2	330,4	6,8	97,9
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Inspección del estado de los rieles	21/10/2022	94,90	1,5	0,2	1,7								
	Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)													
	Verificar el estado de la pinza a tierra	28/10/2022	94,30	1	0,1	1,1								
Noviembre	Revisión del cableado exterior	6/11/2022	94,90	1,5	0,2	1,7	82,6	0,0	1,5	0,7	98,2	330,4	6,8	97,9
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Inspección del estado de los rieles	13/11/2022	78,30	1	0,1	1,1								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control	20/11/2022	78,90	1,5	0,2	1,7								
	Inspección del estado y funcionamiento del control de altura de antorcha													
	Revisión y limpieza de servomotores	27/11/2022	78,30	2	0,3	2,3								
	Limpieza externa de la máquina													
Diciembre	Revisión del cableado exterior	1/12/2022	61,70	1,5	0,2	1,7	90,3	0,0	1,5	0,7	98,4	361,2	6,7	98,1
	Inspección y limpieza de la antorcha													
	Limpieza y control de las cadenas de arrastre	9/12/2022	110,30	1,5	0,2	1,7								
	Revisión y limpieza de la pantalla de control													
	Revisar el estado de los finales de carrera	16/12/2022	94,30	1	0,1	1,1								
	Revisar el desgaste de la estructura													
	Engrasar componentes mecánicos	23/12/2022	94,90	2	0,2	2,2								
	Limpieza externa de la máquina													
DATOS ANUALES			4599,70	64,50	8,61	72,31	1149,9	0,13	16,1	9,1	98,6	4599,7	72,3	98,4

Tabla 70: Parámetros de mantenimiento de M-SA.1

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	ESMERIL DE BANCO	Código	M-SA.1	Área	Metalmecánica	Horas que opera por día (h)							4	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					22,3	0,04	0,5	2,0	97,8	66,9	1,7	97,5
	Revisión general visual	6/1/2022	16,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza total de la máquina	14/1/2022	27,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del protector de las piedras	21/1/2022	23,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Febrero	Revisión de los componentes internos	3/2/2022	39,45	1	0,1	1,1	36,6	0,03	0,8	1,2	97,8	109,8	2,7	97,5
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	17/2/2022	42,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección de sonidos irregulares	27/2/2022	27,45	1	0,05	1,05								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Marzo	Limpieza total de la máquina	3/3/2022	14,95	0,5	0,05	0,55	20,8	0,05	0,3	3,0	98,4	62,4	1,1	98,2
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del protector de las piedras	20/3/2022	47,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Abril	Revisión de los componentes internos	3/4/2022	39,45	1	0,1	1,1	32,6	0,03	0,8	1,2	97,5	97,8	2,8	97,2
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	13/4/2022	30,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección de sonidos irregulares	21/4/2022	27,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	ESMERIL DE BANCO	Código	M-SA.1	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							4
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Mayo	Limpieza total de la máquina	5/5/2022	42,90	0,5	0,05	0,55	29,9	0,03	0,5	2,0	98,4	89,8	1,7	98,2
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Sopleteado en el interior de la máquina	15/5/2022	27,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del protector de las piedras	22/5/2022	19,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Junio	Revisión de los componentes internos	5/6/2022	39,45	1	0,1	1,1	33,9	0,03	0,8	1,2	97,6	101,8	2,8	97,3
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	16/6/2022	34,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección de sonidos irregulares	26/6/2022	27,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Julio	Limpieza total de la máquina	4/7/2022	22,90	0,5	0,05	0,55	28,6	0,03	0,5	2,0	98,3	85,8	1,7	98,1
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	14/7/2022	35,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del protector de las piedras	24/7/2022	27,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Agosto	Revisión de los componentes internos	7/8/2022	39,45	1	0,1	1,1	33,9	0,03	0,8	1,2	97,6	101,8	2,7	97,3
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor	17/8/2022	30,90	0,5	0,02	0,52								
	Inspección de sonidos irregulares	28/8/2022	31,48	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Septiembre	Limpieza total de la máquina	8/9/2022	34,90	0,5	0,05	0,55	39,2	0,03	0,5	2,0	98,7	78,4	1,1	98,6
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del protector de las piedras	22/9/2022	43,45	0,5	0,05	0,55								




	ECUATRAN S.A.													
Máquina	ESMERIL DE BANCO		Código	M-SA.1	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						4
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Octubre	Revisión de los componentes internos	2/10/2022	27,45	0,5	0,05	0,55	30,1	0,03	0,7	1,5	97,8	90,4	2,2	97,6
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	13/10/2022	35,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección de sonidos irregulares	23/10/2022	27,45	1	0,1	1,1								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Noviembre	Revisión de los componentes internos	6/11/2022	38,90	1	0,1	1,1	27,1	0,04	0,7	1,5	97,6	81,3	2,2	97,3
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Sopleteado en el interior de la máquina	10/11/2022	14,90	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del protector de las piedras	20/11/2022	27,45	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
Diciembre	Limpieza total de la máquina	1/12/2022	35,45	0,5	0,05	0,55	35,5	0,03	0,4	2,4	98,8	106,6	1,4	98,7
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	16/12/2022	47,45	0,25	0,03	0,28								
	Inspección de sonidos irregulares	23/12/2022	23,72	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste de las piedras de desbaste													
DATOS ANUALES			1072,70	21,75	2,10	23,85	370,6	0,40	7,4	21,2	98,0	1072,7	23,9	97,8

Tabla 71: Parámetros de mantenimiento de M-S022A

	ECUATRAN S.A.													
	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO													
	ESTADÍSTICO DE MÁQUINAS													
Máquina	AMOLADORA	Código	M-S.A	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)							8
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
Enero	Inicio de actividades	3/1/2022					52,8	0,02	0,7	1,5	98,8	158,4	2,2	98,6
	Revisión general visual	7/1/2022	40,00	0,5	0,05	0,55								
	Limpieza total de la máquina	14/1/2022	47,45	1	0,1	1,1								
	Inspección y limpieza del protector de disco	26/1/2022	70,90	0,5	0,05	0,55								
Febrero	Revisión de los componentes internos	3/2/2022	55,45	0,5	0,05	0,55	66,1	0,02	0,7	1,5	99,0	198,4	2,1	98,9
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	17/2/2022	87,45	0,5	0,02	0,52								
	Inspección y limpieza del mango de sujeción	27/2/2022	55,48	1	0,05	1,05								
Marzo	Limpieza total de la máquina	3/3/2022	30,95	1	0,1	1,1	42,0	0,02	0,5	2,0	98,8	125,9	1,6	98,7
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del protector de disco	20/3/2022	94,90	0,5	0,005	0,505								
Abril	Revisión de los componentes internos	3/4/2022	79,50	0,75	0,08	0,83	66,0	0,02	0,8	1,3	98,9	198,1	2,4	98,8
	Verificar el funcionamiento del interruptor	13/4/2022	63,17	0,5	0,02	0,52								
	Inspección y limpieza del mango de sujeción	21/4/2022	55,48	1	0,01	1,01								
	Revisar el estado y ajuste del disco													
Mayo	Limpieza total de la máquina	5/5/2022	86,99	0,5	0,05	0,55	60,6	0,02	0,7	1,5	98,9	181,9	2,2	98,8
	Sopleteado en el interior de la máquina	15/5/2022	55,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del protector de disco	22/5/2022	39,45	1	0,05	1,05								
Junio	Revisión de los componentes internos	5/6/2022	78,95	1,5	0,3	1,8	68,2	0,01	1,0	1,0	98,6	204,6	3,4	98,4
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	16/6/2022	70,20	0,5	0,02	0,52								

	ECUATRAN S.A.													
Máquina	AMOLADORA	Código	M-S.A	Área	Metalmecánica		Horas que opera por día (h)						8	
Mes	Actividades	Fecha	TO (h)	TR (h)	TM (h)	TP (h)	MTBF (h)	λ	MTTR (h)	μ	D (%)	Σ TO	Σ TP	C (%)
	Inspección y limpieza del mango de sujeción	26/6/2022	55,48	1	0,05	1,05								
Julio	Limpieza total de la máquina	4/7/2022	46,95	1	0,05	1,05	57,8	0,02	0,8	1,2	98,6	173,4	2,6	98,5
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	14/7/2022	70,95	0,5	0,015	0,515								
	Inspección y limpieza del protector de disco	24/7/2022	55,49	1	0,05	1,05								
	Revisar el estado y ajuste del disco													
Agosto	Revisión de los componentes internos	7/8/2022	78,95	1	0,05	1,05	68,5	0,01	0,7	1,5	99,0	205,4	2,1	99,0
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	17/8/2022	62,95	0,5	0,02	0,52								
	Inspección y limpieza del mango de sujeción	28/8/2022	63,48	0,5	0,05	0,55								
Septiembre	Limpieza total de la máquina	8/9/2022	71,45	1	0,05	1,05	79,2	0,01	0,8	1,3	99,1	158,4	1,6	99,0
	Revisión del estado de las conexiones eléctricas													
	Inspección y limpieza del protector de disco	22/9/2022	86,95	0,5	0,05	0,55								
Octubre	Revisión de los componentes internos	2/10/2022	55,45	0,5	0,05	0,55	60,8	0,02	0,5	2,0	99,2	182,4	1,7	99,1
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	13/10/2022	71,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del mango de sujeción	23/10/2022	55,45	0,5	0,05	0,55								
Noviembre	Revisión de los componentes internos	6/11/2022	79,45	1	0,05	1,05	55,2	0,02	0,8	1,3	98,7	165,6	2,4	98,5
	Sopleteado en el interior de la máquina	10/11/2022	30,95	0,75	0,08	0,83								
	Inspección y limpieza del protector de disco	20/11/2022	55,17	0,5	0,05	0,55								
	Revisar el estado y ajuste del disco													
Diciembre	Limpieza total de la máquina	1/12/2022	71,45	0,5	0,05	0,55	71,5	0,01	0,5	2,0	99,3	214,4	1,7	99,2
	Verificar el funcionamiento del interruptor de accionamiento	16/12/2022	95,45	0,5	0,05	0,55								
	Inspección y limpieza del mango de sujeción	23/12/2022	47,45	0,5	0,05	0,55								
DATOS ANUALES			2166,68	24,00	1,87	25,87	748,6	0,20	8,3	18,2	98,9	2166,7	25,9	98,8

ANEXO 3
MATRIZ AMFE

Tabla 72: Matriz AMFE de M-S4



		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		ACANALADORA		Código	M-S4	Marca	BLUE VALLEY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Matrices	Su función es acanalar la chapa metálica	Fisuras en los matrices	Golpes y por desgaste	Exceso de presión	Defectos al momento de acanalar	2	8	4	64	Inspección visual y constante de las matrices
2	Palanca de regulación	Permite regular la presión de trabajo al momento de acanalar la chapa	Palanca en mal estado	Desgaste	Palanca expuesta	Paro de la máquina	3	8	3	72	Verificar el funcionamiento de la palanca
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios excesivos de voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisar frecuentemente las conexiones eléctricas
4	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	2	8	7	112	Revisar frecuentemente la fuente de alimentación
5	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Desgaste	Componentes deteriorados	La presión baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
6	Cañerías	Transporta el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	4	8	2	64	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario reemplazarlas
7	Manómetro	Permite medir la presión con la que circula el fluido	Manómetro deteriorado	Deterioro	Manómetro expuesto	Mediciones de presión incorrectas	3	7	3	63	Revisión y limpieza constante del manómetro

Tabla 73: Matriz AMFE de M-S5

 ECUATRAN.		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		PERFORADORA HIDRÁULICA 4 ESTACIONES		Código	M-S5	Marca	KENTUCKY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Punzón y matriz	Permite realizar las perforaciones requeridas	Punzón y matriz en mal estado	Desgaste	Punzonar materiales duros y de gran espesor	Perforación defectuosa	4	8	4	128	Inspección y limpieza del punzón y la matriz
2	Estructura	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de perforar	Inestabilidad de la máquina	1	6	3	18	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
3	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y remplazo de los elementos dañados
4	Pulsadores	Se encarga del controlar la acción de corte	Pulsador en mal estado e inactivo	Mala manipulación del personal	Mantener accionado el pulsador innecesariamente	Estación en modo de paro	3	7	3	63	Inspecciones frecuentes, o sustitución
5	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	8	4	96	Revisión y cambio de cables en mal estado
6	Motor	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PERFORADORA HIDRÁULICA 4 ESTACIONES		Código	M-S5	Marca	KENTUCKY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IP R	
7	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
8	Mangueras de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario reemplazarlas
9	Depósito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Suciedad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	7	5	70	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
10	Válvulas	Ayuda a regular la presión	Válvulas en mal estado	Desgaste	Mala calibración de la válvula	La presión puede variar	2	7	3	42	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas
11	Empaques	Sellar las partes donde hay exceso de aceite	Fugas de líquido hidráulico	Desgaste y ruptura	Montaje incorrecto	Aceite derramado	2	7	5	70	Armar de manera correcta el empaque y reemplazarlo de ser necesario
12	Filtros	Ayuda a que el lubricante circule libre de impurezas	Filtros en mal estado	Suciedad	Tiempo de vida agotado	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	2	8	5	80	Inspección y limpieza de los filtros, cambio de ser necesario

Tabla 74: Matriz AMFE de M-S6.3



		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		CORTADORA DE PLASMA		Código	M-S6.3	Marca	CEBORA				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Antorcha	Al pasar por el cable el aire comprimido y la electricidad la antorcha transforma el aire en plasma caliente	Imperfección de la boquilla	Desgaste	Altas temperaturas	Cortes de mala calidad	5	7	3	105	Limpeza en los terminales del soplete
			Rotura de la antorcha	Rotura	Sobrepresión	No permite la salida del plasma	4	8	3	96	Realizar el trabajo con una presión correcta a la antorcha
2	Electrodo	Ayuda a conducir la energía eléctrica	Punta desgastada	Desgaste	Unión de la punta con el metal	Cortes de mala calidad	3	6	2	36	Revisión y afilado correcto del electrodo
3	Pinza de masa	Está sujeta a un cable que permite la conexión eléctrica entre el generador y el material	Agarre defectuoso	Deterioro	Mala ubicación al momento de cortar	Mala circulación de la corriente	3	5	2	30	Colocar la pinza en un lugar adecuado para evitar el deterioro
4	Generador	Es el encargado de alimentar la zona de soldadura con el material de aporte	Tarjeta electrónica en mal estado	Desgaste, rotura de cables	Alojamiento de polvo dentro del generador	Paro del generador, máquina fuera de servicio	3	8	5	120	Limpeza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados
5	Ventilador	Ayuda a enfriar los componentes internos de la máquina	Aspas en mal estado	Desgaste	Objetos en el interior	Recalentamiento de la máquina	3	8	3	72	Revisar con frecuencia el estado de la bombona para evitar fisuras
6	Transformador	Permite transformar la corriente alterna a corriente directa	Rotura del Bobinado	Rotura	Cortocircuito	Paro de máquina	4	7	4	112	Revisar periódicamente el interior de la máquina
7	Cable de masa	Unir y energizar la antorcha	Cables en mal estado	Incorrecta manipulación del cable	Dejar en lugares a altas temperaturas	Funcionamiento inadecuado de la pinza	4	7	2	56	Evitar dejar el cable en zonas con alta temperatura

Tabla 75: Matriz AMFE de M-S12

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		PRENSA HIDRÁULICA		Código	M-S12	Marca	PACIFIC				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Punzón y matriz	Permite realizar las perforaciones requeridas	Punzón y matriz en mal estado	Desgaste	Punzonar materiales duros y de gran espesor	Perforación defectuosa	4	8	4	128	Inspección y limpieza del punzón y la matriz
2	Estructura	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de perforar	Inestabilidad de la máquina	1	6	3	18	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
3	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y remplazo de los elementos dañados
4	Pedal de accionamiento	Se encarga del controlar la acción de corte	Pedal en mal estado e inactivo	Mala manipulación del personal	Mantener accionado el pedal innecesariamente	Máquina en modo de paro	3	7	3	63	Inspecciones frecuentes, o sustitución
5	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	8	4	96	Revisión y cambio de cables en mal estado
6	Motor	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PRENSA HIDRÁULICA		Código	M-S12	Marca	PACIFIC				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
7	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
8	Mangueras de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario reemplazarlas
9	Depósito de aceite	Transmitir la fuerza con la que se va a prensar	Aceite en mal estado	Suciedad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	7	5	70	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
10	Cilindro	Ayuda a realizar el movimiento vertical de la prensa	El vástago del cilindro no realiza su función	Taponamiento	El fluido hidráulico no pasa	No permite el prensado de chapas	3	9	4	108	Inspección y limpieza de los componentes del cilindro
11	Válvulas	Ayuda a regular la presión	Válvulas en mal estado	Desgaste	Mala calibración de la válvula	La presión puede variar	2	7	3	42	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas
12	Empaques	Sellar las partes donde hay exceso de aceite	Fugas de líquido hidráulico	Desgaste y ruptura	Montaje incorrecto	Aceite derramado	2	7	5	70	Armar de manera correcta el empaque y reemplazarlo de ser necesario
13	Filtros	Ayuda a que el lubricante circule libre de impurezas	Filtros en mal estado	Suciedad	Tiempo de vida agotado	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	2	8	5	80	Inspección y limpieza de los filtros, cambio de ser necesario

Tabla 76. Matriz AMFE de M-S14

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		CORTADORA CIRCULAR		Código	M-S13	Marca	BLUE VALLEY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Cuchillas	Se encarga de realizar el corte circular	Cuchillas en mal estado	Desgaste	Cortar materiales muy duros o de gran espesor	Cortes defectuosos	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes, afilado o sustitución
2	Caja de control	Contralar el funcionamiento de la de la cortadora	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta	Daños en los botones, máquina en modo de paro	4	8	3	96	Inspección y remplazo de botones defectuosos
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisión y cambio de cables en mal estado
4	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	2	8	7	112	Inspección la fuente de alimentación y reparación
5	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja ,funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
6	Mangueras de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	6	4	72	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario remplazarlas


MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		CORTADORA CIRCULAR		Código	M-S13	Marca	BLUE VALLEY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
7	Depósito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Estanqueidad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	4	5	40	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
8	Estructura	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de cortar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)

Tabla 77: Matriz AMFE de M-S14

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		REBORDEADORA		Código	M-S14	Marca	BLUE VALLEY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Rodillos rebordeadores	Permite dar la forma de la base del tanque	Rodillos en mal estado	Desgaste	Cortar materiales duros y de gran espesor	Cortes defectuosos	3	8	2	48	Inspección y limpieza frecuente de los rodillos
2	Bancada	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de cortar	Inestabilidad de la máquina	1	6	3	18	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
3	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y remplazo de los elementos dañados
4	Palanca de regulación	Permite regular la presión de trabajo al momento de fromar las bases	Palanca en mal estado	Mala manipulación del personal	Mantener accionada la palanca innecesariamente	Máquina en modo de paro	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes, o sustitución
5	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	8	4	96	Revisión y cambio de cables en mal estado
6	Motor	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación


MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		REBORDEADORA		Código	M-S14	Marca	BLUE VALLEY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
7	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
8	Mangueras de alta presión (Cañerías)	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario reemplazarlas
9	Depósito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Suciedad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	7	5	70	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
10	Válvulas	Ayuda a regular la presión	Válvulas en mal estado	Desgaste	Mala calibración de la válvula	La presión puede variar	2	7	3	42	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas
11	Empaques	Sellar las partes donde hay exceso de aceite	Fugas de líquido hidráulico	Desgaste y ruptura	Montaje incorrecto	Aceite derramado	2	7	5	70	Armar de manera correcta el empaque y reemplazarlo de ser necesario
12	Filtros	Ayuda a que el lubricante circule libre de impurezas	Filtros en mal estado	Suciedad	Tiempo de vida agotado	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	2	8	5	80	Inspección y limpieza de los filtros, cambio de ser necesario

Tabla 78: Matriz AMFE de M-S15

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		PRENSA HIDRÁULICA		Código	M-S15	Marca	HILL ACME				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Punzón y matriz	Ayuda hacer perforaciones requeridas	Punzón y matriz en mal estado	Desgaste	Punzón materiales duros y de gran espesor	Perforación defectuosa	5	5	2	50	Inspección y limpieza del punzón y la matriz
2	Bancada	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de perforar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
3	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la interperie	Daños en las piezas de la caja, paro de la máquina	3	8	3	72	Inspección y remplazo de los elementos dañados
4	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente, paro de la máquina	3	6	4	72	Revisión y cambio de cables en mal estado
5	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	2	8	7	112	Inspección la fuente de alimentación y reparación
6	Bomba hidráulica	Brinda la presión para impulsar el fluido hidráulico hacia las móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	Funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PRENSA HIDRÁULICA		Código	M-S15	Marca	HILL ACME				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
7	Mangueras de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Gospes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario reemplazarlas
8	Déposito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Suciedad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	3	4	5	60	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
9	Botonera de accionamiento	Se encarga del controlar la acción de punzonado	Botones deteriorados y en mal estado	Mala manipulación del personal	Pulsar botones de manera innecesaria	Máquina en modo de paro	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes, o sustitución
10	Cilindro	Transmitir la fuerza con la que se va a punzonar	El vástago del cilindro no realiza su función	Taponamiento	El fluido hidráulico no pasa	No permite el doblado de la chapa	3	9	4	108	In+E11:M19spección y limpieza de los componentes del cilindro

Tabla 79: Matriz AMFE de M-S16

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		DOBLADORA HIDRÁULICA		Código	M-S16	Marca	NIAGARA				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Marco o Bastidor	Es utilizado para soportar las cargas de los componentes de la máquina	Bastidor en mal estado	Desgaste	Golpes, Sobre esfuerzo	Daños sobre el bastidor	2	6	3	36	Inspección y limpieza frecuente del bastidor de la máquina
3	Punzón y matriz	Permite dar la forma del doblez requerido	punzón y matriz en mal estado	Desgaste	Doblar materiales duros y de gran espesor	Doblados defectuosos	3	8	2	48	Inspección y limpieza del punzón y la matriz
4	Bancada	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de doblar	Inestabilidad de la máquina	1	6	3	18	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
5	Mesa de trabajo	Permite apoyar la chapa antes de ser doblada	Mesa en mal estado	Desgaste	Golpes, Sobre esfuerzo	Fisuras en la mesa de trabajo	2	7	2	28	Inspección visual del estado de la mesa
6	Tope trasero	Es utilizado para alinear y ubicar correctamente las piezas a ser dobladas	Tope fisurado	Desgaste	Golpes bruscos o sobrepresión	Tope desalineado, cortes de mala calidad	4	7	3	84	Evitar golpes hacia el tope e inspección visual
7	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y remplazo de los elementos dañados

MATRIZ AMFE

Máquina/Equipo		DOBLADORA HIDRÁULICA		Código	M-S16	Marca	NIAGARA				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
8	Pedal de accionamiento	Se encarga del controlar la acción de doblado	Pedal en mal estado e inactivo	Mala manipulación del personal	Mantener pulsado el pedal innecesariamente	Máquina en modo de paro	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes, o sustitución
9	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	8	4	96	Revisión y cambio de cables en mal estado
10	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación
11	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	Presión baja, funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
12	Mangueras de alta presión	Transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario remplazarlas
13	Depósito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Suciedad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	7	5	70	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos

MATRIZ AMFE

Máquina/Equipo		DOBLADORA HIDRÁULICA		Código	M-S16	Marca	NIAGARA				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
14	Cilindros	Ayuda a realizar el movimiento vertical de la plegadora	El vástago del cilindro no realiza su función	Taponamiento	El fluido hidráulico no pasa	No permite el doblado de la chapa	3	9	4	108	Inspección y limpieza de los componentes del cilindro
15	Ariete	Es el encargado de impulsar la matriz superior para ejercer la presión en la matriz inferior	Ariete dañado	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	Pérdidas de presión	2	9	5	90	Inspección y limpieza de los componentes del ariete
16	Válvulas	Ayuda a regular la presión	Válvulas en mal estado	Desgaste	Mala calibración de la válvula	La presión puede variar	2	7	3	42	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas
17	Empaques	Sellar las partes donde hay exceso de aceite	Fugas de líquido hidráulico	Desgaste y ruptura	Montaje incorrecto	Aceite derramado	2	7	5	70	Armar de manera correcta el empaque y remplazarlo de ser necesario
18	Filtros	Ayuda a que el lubricante circule libre de impurezas	Filtros en mal estado	Suciedad	Tiempo de vida agotado	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	2	8	5	80	Inspección y limpieza de los filtros y cambio de ser necesario

Tabla 80: Matriz AMFE de M-S18


		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		CONFORMADORA DE BANDAS DE CIERRE		Código	M-S18	Marca	BLUE VALLEY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Rodillos	Su función es formar una circunferencia en la chapa metálica	Fisuras en los rodillos	Golpes y por desgaste	Exceso de presión, materiales de gran espesor	Defectos al momento de conformar las bandas	2	8	4	64	Inspección visual y constante de los rodillos
2	Pulsador de arranque	Permite o impide el paso de corriente eléctrica	Pulsadores en mal estado	Desgaste	Pulsador expuesto	Daños en los botones y paro de la máquina	4	8	3	96	Verificar constantemente el pulsador
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios excesivos de voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisar frecuentemente las conexiones eléctricas
4	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	2	8	7	112	Revisar frecuentemente la fuente de alimentación
5	Piñones	Utilizada para transmitir la potencia de un elemento a otro	Desgaste en los dientes	Desgaste	Exceso de torsión	La transmisión del movimiento variara	4	6	4	96	Inspección visual
6	Cadena de transmisión	Permite abrazar o unir piñones con el fin de transmitir la potencia	Cadenas en mal estado	Desgaste	Piñenes desalineados	No transmitir la potencia necesaria	4	8	2	64	Inspección de las cadenas y cambio de ser necesario

Tabla 81: Matriz AMFE de M-S26.1


		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		BALANZA ELECTRÓNICA		Código	M-S26.1	Marca	CASIO				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Plataforma	Su función es sostener el peso del objeto a ser pesado	Plataforma en mal estado	Golpes y por desgaste	Peso excesivo y golpes bruscos	Ruptura de la plataforma	2	8	3	48	Inspección visual y constante de los rodillos
2	Pantalla	Encargada de indicar la medida exacta del objeto	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Pantalla expuesta	Daños en los botones y paro del equipo	4	9	3	108	Verificar el funcionamiento de la pantalla
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios excesivos de voltaje	No transmitir la corriente	3	8	3	72	Revisar frecuentemente las conexiones eléctricas
4	Interruptor	Permite el encendido de la máquina	Interruptor deteriorado	Deterioro	Interruptor expuesto, pulsaciones innecesarias	Daño en el interruptor, paro de la máquina	2	8	2	32	Pulsar el interruptor de manera adecuada

Tabla 82: Matriz AMFE de M-S30


		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		SOLDADORA DE PUNTO		Código	M-S30	Marca	TECNA				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Panel de control de soldadura	Realiza el control de soldadura mediante un microprocesador	Control en mal estado	Desgaste	Estar expuesto a la intemperie	No permite programar la máquina	3	9	3	81	Realizar una revisión frecuente del control de soldadura
2	Electrodos	Unir las piezas a soldar	Punta desgastada	Desgaste	Tiempo de vida útil	Soldadura defectuosa	3	8	2	48	Revisión y limpieza de los electrodos
3	Pedal de inicio	Se encarga del controlar la acción de soldadura	Pedal en mal estado e inactivo	Mala manipulación del personal	Mantener pulsado el pedal innecesariamente	Máquina en modo de paro	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes del pedal, o sustitución
4	Tarjeta electrónica	Es el encargado de controlar las funciones de la máquina	Tarjeta electrónica en mal estado	Desgaste, rotura de cables	Alojamiento de polvo dentro del generador	Máquina fuera de servicio	3	9	4	108	Limpieza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados
5	Circuito de refrigeración	Ayuda a enfriar los componentes de la máquina	Bomba dañada	Desgaste	Objetos en el interior	Recalentamiento de la máquina	3	8	3	72	Revisar con frecuencia el estado del circuito de refrigeración
6	Transformador	Permite transformar la corriente alterna a corriente directa	Rotura del Bobinado	Rotura	Cortocircuito	Paro de máquina	3	9	5	135	Revisar y limpiar periódicamente el interior de la máquina
7	Mangueras de soldadura	Unir y energizar los electrodos	Mangueras en mal estado	Incorrecta manipulación	Dejar en lugares a altas temperaturas	Funcionamiento inadecuado de los electrodos	4	8	2	64	Evitar dejar las mangueras en zonas con alta temperatura
8	Carcasa	Proteger los componentes internos de la máquina	Grietas en la carcasa	Desgaste	Golpes bruscos sobre la máquina	Ingreso de partículas en el interior de la máquina	3	6	2	36	Limpieza e inspección de la carcasa

Tabla 83: Matriz AMFE de M-S41.1



		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		TALADRO DE BANCADA		Código	M-S41.1	Marca	Chen Fwa				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Mesa	Ayuda a sujetar las piezas a perforar	Mesa en mal estado	Desgaste, corrosión	Golpes bruscos y exceso de peso sobre la mesa	Caída de la mesa, paro de la máquina	2	8	3	48	Inspección visual y constante la mesa
2	Bastidor	Encargado de soportar los componentes de la máquina	Rotura de la columna de soporte	Desgaste	Mala manipulación por el personal	Paro de la máquina	2	8	3	48	Inspección frecuente del estado del bastidor
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios excesivos de voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisar frecuentemente las conexiones eléctricas
4	Motor	Permite el movimiento e inicio de trabajo de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Disminuye la potencia, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Revisar frecuentemente la fuente de alimentación
5	Mandril	Asegurar el ajuste de la broca que va a trabajar	Desgaste de las muelas	Mala manipulación por el personal	Sujeción incorrecta de la broca	Accidentes debido a la mala sujeción de la broca	4	8	3	96	Inspección visual del estado de las muelas del mandril
6	Eje principal	Brinda el movimiento giratorio del mandril	Eje en mal estado	Ruptura	Eje de mala calidad	Velocidad baja para realizar trabajar	2	7	3	42	Revisar frecuentemente el estado del eje
7	Cremallera	Ayuda a mover la mesa de forma vertical	Desalineación de la cremallera	Mala manipulación del personal	Desajuste o daño	La mesa tiende a oscilar	3	7	4	84	Engrasar los componentes de la cremallera
8	Interruptor de accionamiento	Encargado de activar el funcionamiento	Los contactos no se energizan	Desgaste por exceso de pulsaciones	Pulsador quemado	No permitir el movimiento del mecanismo	4	8	2	64	Verificar frecuentemente el estado del interruptor

Tabla 84: Matriz AMFE de M-S44.1


		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		PUENTE GRÚA		Código	M-S44.1	Marca	s/n				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IP R	
1	Carro	Su función es desplazar la carga	Vibración y desgaste en el carro	Golpes y por desgaste	Ruedas dañadas	El carro tiende a ser inestable	4	9	3	108	Revisión constante del carro
2	Botonera	Encargado de controlar las funciones de la máquina	Cable de botonera desgastado	Golpes y por desgaste	Cable expuesto	Ruptura del cable	3	4	2	24	Revisar frecuentemente el estado del cable
			Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Botonera expuesta	Daños en los botones y paro de la máquina	5	8	3	120	Inspección y limpieza de la botonera
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios excesivos de voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisar frecuentemente las conexiones eléctricas
4	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Revisar frecuentemente la fuente de alimentación
5	Motor reductor	Reducir significativamente la velocidad de trabajo	Freno desgastado	Desgaste	Exceso de uso	Mala capacidad de frenado	4	9	3	108	Verificar el funcionamiento de los frenos
6	Cuerda	Degradación de la cuerda de alambre	Cuerda en mal estado	Corrosión y desgaste	Cable expuesto y exceso de uso	Reducir la capacidad de carga, paro del equipo	5	9	2	90	Inspección y reemplazo del cable

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PUENTE GRÚA		Código	M-S44.1	Marca	s/n				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IP R	
7	Sistema de Puente	Encargada de desplazar la grúa a lo largo del riel	Rieles en mal estado	Desgaste, fisuras	Exceso de peso	Descarrilamiento	4	8	4	128	Inspección del puente
8	Poas	Permite mover los objetos de una manera más cómoda	Poleas desgastadas	Rotura	Exceso de uso	Paro del equipo	4	7	4	112	Revisión del estado de las poleas
9	Ruedas	Ayuda al libre desplazamiento del puente	Fallo de las ruedas	Daño	Uso constante y rieles en mal estado	Velocidad inadecuada	3	6	3	54	Inspección y reparación de las ruedas
10	Gancho	Encargado de sujetar el peso que requiere mover	Gancho con estrías	Sobreesfuerzo	Uso constante del gancho	Ruptura del gancho, accidente laboral	4	8	2	64	Verificar el estado del gancho

Tabla 85: Matriz AMFE de M-S69.1

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
Máquina/Equipo		TRONZADORA		Código	M-S69.1	Marca	BOSCH				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Motor eléctrico	Brindar el movimiento de todo el mecanismo	Aumento de temperatura	Sobrecalentamiento del motor	Falla en la fase eléctrica, alimentación incorrecta	Pérdida de potencia, paro de la máquina	3	9	4	108	Control del sistema eléctrico y mantenimiento preventivo
2	Interruptor de gatillo con bloqueo	Encargado de activar y bloquear el motor	Los contactos no se energizan	Desgaste, Exceso de pulsaciones	Pulsador quemado	No permitir el movimiento del mecanismo, paro de la máquina	2	7	2	28	Verificar frecuentemente el estado del interruptor
3	Cableado	Encargado de transmitir la corriente eléctrica al sistema	Cables cortados, quemados o en mal estado	Desgaste, ruptura	Golpes, cambios bruscos de voltaje	No permitir el paso del fluido eléctrico	2	8	3	48	Revisión y cambio de cables en mal estado
4	Protector de disco	Ayuda a prevenir accidentes laborales	Ruptura del protector	Ruptura	Golpes bruscos sobre el protector	Accidente hacia el operario	2	7	2	28	Evitar golpes y verificar frecuentemente el estado del protector
5	Disco de corte	Permite realizar cortes en distintos materiales	Disco en mal estado	Desgaste	Mala manipulación del personal	Rotura del disco	3	8	4	96	Utilizar la máquina de manera adecuada
6	Eje	Sirve para subir y bajar el disco al momento de realizar el corte	Bocines deteriorados	Desgaste	Mala manipulación del personal	Rotura del disco	2	8	5	80	Verificar periódicamente el tipo de corte


Tabla 86: Matriz AMFE de M-S70.2

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		PLEGADORA		Código	M--S70.2	Marca	ADH				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Marco o Bastidor	Es utilizado para soportar las cargas de los componentes de la máquina	Bastidor en mal estado	Desgaste	Golpes, Sobre esfuerzos	Daños sobre el bastidor	2	7	2	28	Inspección y limpieza frecuente del bastidor de la máquina
2	Casquillo	Proteger los componentes de la parte superior de la máquina	Grietas en la estructura	Desgaste	Golpes en la estructura	Ingreso de partículas en la parte superior	2	6	3	36	Limpieza e inspección del casquillo
3	Punzón y matriz	Permite dar la forma del doblado requerido	punzón y matriz en mal estado	Desgaste	Doblar materiales duros y de gran espesor	Doblados defectuosos	3	8	2	48	Inspección y limpieza del punzón y la matriz
4	Bancada	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de doblar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
5	Mesa de trabajo	Permite apoyar la chapa antes de ser doblada	Mesa en mal estado	Desgaste	Golpes, Sobre esfuerzos	Fisuras en la mesa de trabajo	2	6	3	36	Inspección visual del estado de la mesa
6	Tope trasero	Es utilizado para alinear y ubicar correctamente las piezas a ser dobladas	Tope fisurado	Desgaste	Golpes bruscos o sobrepresión	Tope desalineado, cortes de mala calidad	4	7	3	84	Evitar golpes hacia el tope e inspección visual
7	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y reemplazo de los elementos dañados

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PLEGADORA		Código	M--S70.2	Marca	ADH				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
8	Bastón de accionamiento	Se encarga del controlar la acción de corte	Pedal en mal estado e inactivo	Mala manipulación del personal	Mantener pulsado el pedal innecesariamente	Máquina en modo de paro	2	8	3	48	Inspecciones frecuentes, o sustitución
9	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	8	4	96	Revisión y cambio de cables en mal estado
10	Tablero de control NC	Permite programar las características de cómo se va a realizar el trabajo	Tablero de control inhabilitado	Deterioro	Golpes y mala manipulación por el personal	Utilizar la máquina de forma manual	3	8	2	48	Proteger el tablero y realizar limpieza frecuente
11	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación
12	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	3	81	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
13	Mangueras de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario remplazarlas
14	Depósito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Suciedad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	8	5	80	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PLEGADORA		Código	M--S70.2	Marca	ADH				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
15	Cilindros	Transmitir la fuerza con la que se va a plegar	El vástago del cilindro no realiza su función	Taponamiento	El fluido hidráulico no pasa	No permite el doblado de la chapa	3	9	4	108	Inspección y limpieza de los componentes del cilindro
16	Ariete	Es el encargado de impulsar la matriz superior para ejercer la presión en la matriz inferior	Ariete dañado	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	Pérdidas de presión	2	9	5	90	Inspección y limpieza de los componentes del ariete
17	Válvulas	Ayuda a regular la presión	Válvulas en mal estado	Desgaste	Mala calibración de la válvula	La presión puede variar	2	7	3	42	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas
18	Empaques	Sellar las partes donde hay exceso de aceite	Fugas de líquido hidráulico	Desgaste y ruptura	Montaje incorrecto	Aceite derramado	2	7	5	70	Armar de manera correcta el empaque y remplazarlo de ser necesario
19	Filtros	Ayuda a que el lubricante circule libre de impurezas	Filtros en mal estado	Suciedad	Tiempo de vida agotado	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	8	5	120	Inspección y limpieza de los filtros y cambio de ser necesario


Tabla 87: Matriz AMFE de M-S75

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		CIZALLA HIDRÁULICA		Código	M-S75	Marca	CINCINNATI				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Bastón de accionamiento	Se encarga del controlar la acción de corte	Pedal en mal estado e inactivo	Mala manipulación del personal	Mantener pulsado el pedal innecesariamente	Máquina en modo de paro	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes, o sustitución
2	Caja de control	Contralar y recibir los impulsos hacia los pines	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta	Daños en los botones y paro	4	8	3	96	Inspección y remplazo de botones defectuosos
3	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente	3	7	4	84	Revisión y cambio de cables en mal estado
4	Motor eléctrico	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación
5	Bomba hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba

MATRIZ AMFE

Máquina/Equipo		CIZALLA HIDRÁULICA		Código	M-S75	Marca	CINCINNATI				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
6	Mangueras de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario reemplazarlas
7	Depósito de aceite	Permite almacenar el líquido hidráulico	Aceite en mal estado	Estanqueidad	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	7	5	70	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
8	Cuchilla	Se encarga de realizar el corte	Cuchillas en mal estado	Desgaste	Cortar materiales muy duros o de gran espesor	Cortes defectuosos	2	7	3	42	Inspecciones frecuentes, afilado o sustitución
9	Bancada	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la bancada	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de cortar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
10	Mesa de trabajo	Permite apoyar la chapa antes de ser punzonada	Mesa en mal estado	Desgaste	Golpes, exceso de peso	Fisuras en la mesa de trabajo	2	5	3	30	Inspección visual del estado de la mesa
11	Guías	Permite realizar el corte de placas	Guías mal apuntaladas	Mala manipulación del personal	Pernos sin ajustar o aislados	Cortes de mala calidad	2	9	4	72	Verificar periódicamente el estado de las guías
12	Cilindros	Transmitir la fuerza con la que se va a plegar	El vástago del cilindro no realiza su función	Taponamiento	El fluido hidráulico no pasa	No permite el doblado de la chapa	3	9	4	108	Inspección y limpieza de los componentes del cilindro

Tabla 88: Matriz AMFE de M-S89

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		CORTADORA FLOW CNC		Código	M-S89	Marca	WATERJET				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Boquilla de chorro de agua	Encargada de empujar el agua a alta presión y crear el chorro	No permitir la salida del agua	Taponamiento	Estanqueidad debido a impurezas en el agua	Máquina en modo de paro	4	9	3	108	Limpieza y revisión del cabezal
2	Pantalla de control	Controlar el movimiento del cabezal de corte dependiendo los requisitos	Daños internos	Mala manipulación del personal	Programar de manera incorrecta la máquina	Máquina en modo de paro	2	9	3	54	Inspecciones frecuentes y limpieza
3	Cabezal	Permite el ingreso del agua y del abrasivo a ser mezclado	Tubo de mezcla en mal estado	Taponamiento	Estanqueidad debido a impurezas	Salida del fluido por la boquilla sin mezclar por la boquilla	3	8	3	72	Inspección y limpieza del cabezal
4	Mesa de chorro de agua	Permite soportar el metal que se va a cortar	Mesa en mal estado	Desgaste	Golpes, altas presiones	Fisuras en la mesa de trabajo	2	5	3	30	Inspección visual del estado de la mesa
5	Rieles	Permite el desplazamiento sobre los ejes xy	Fisuras en los rieles	Desgaste	Golpes bruscos, falta de lubricación	Desplazamiento lento	2	7	2	28	Revisión frecuente del estado de los rieles
6	Estructura	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la estructura	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de cortar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		CORTADORA FLOW CNC		Código	M-S89	Marca	WATERJET				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
7	Servomotor	Utilizado para trabajar a altas velocidades y en máquinas que requieren precisión	Defecto en los devanados	Sobrecalentamiento	Cortocircuito	Paro de la máquina	4	9	3	108	Control del servomotor
8	Control de altura del cabezal	Permite accionar la antorcha hacia arriba y abajo al momento de cortar	Daños en la consola de control	Parámetros de corte mal programados	Mala manipulación por parte del operador	No permitir que el cabezal ejerza su movimiento	2	8	3	48	Establecer parámetros de corte de manera correcta
9	Bomba de alta presión	Encargada de suministrar el agua y presión necesaria para impulsar el fluido	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	Presión es baja, funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	4	108	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
10	Tubería de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta la boquilla	Fugas de líquido	Tuberías rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del agua	3	7	4	84	Revisión frecuente de las tuberías, de ser necesario reemplazarlas
11	Tanque de agua	Permite almacenar el agua	Tanque en mal estado	Desgaste	No cambiar el aceite en el tiempo determinado	Taponamiento de las mangueras	2	8	5	80	Revisar y cambiar el aceite en los tiempos establecidos
12	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Componentes internos dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y reemplazo de los elementos dañados
13	Filtros	Ayuda a que el lubricante circule libre de impurezas	Filtros en mal estado	Suciedad	Tiempo de vida agotado	Funcionamiento de la máquina será incorrecto	2	7	5	70	Inspección y limpieza de los filtros y cambio de ser necesario


Tabla 89: Matriz AMFE de M-S94

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		PANELADORA		Código	M-S94	Marca	TONGLI				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
N°	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Decoiler	Permite desenrollar la chapa	Rodillo descentrado	Mala manipulación del personal	No colocar el rodillo en la posición correcta	Chapa desalineada, mala formación de aletas	5	8	3	120	Posicionar de manera correcta la bobina con respecto a la máquina del frente
			Rodillo en el estado	Desgaste	Exceso de peso del rollo de chapa	No permitir el correcto funcionamiento del rodillo	3	7	2	42	Control del estado del rodillo
2	Pantalla de control	Sistema de control que permite programar la acción de soldadura	Daños internos	Mala manipulación del personal	Programar de manera incorrecta la máquina	Máquina en modo de paro	4	9	3	108	Inspecciones frecuentes y limpieza
3	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y remplazo de los elementos dañados
4	Cables eléctricos	Encargados de transmitir la corriente eléctrica	Cables quemados, cortados o en mal estado	Golpes y por desgaste	Cambios bruscos en el voltaje	No transmitir la corriente, paro de la máquina	3	6	4	72	Revisión y cambio de cables en mal estado
5	Cilindros	Transmitir la fuerza con la que se va a plegar	El vástago del cilindro no realiza su función	Taponamiento	El fluido hidráulico no pasa	No permite el doblado de la chapa	3	9	4	108	Inspección y limpieza de los componentes del cilindro

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PANELADORA		Código	M-S94	Marca	TONGLI				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
6	Manómetros	Permite visualizar la presión con que se está trabajando	No mostrar la presión de trabajo	Desgaste, golpes	Manómetro expuesto	Realizar el trabajo a presión inadecuada	8	2	3	48	Inspección y reemplazo de ser necesario
7	Final de carrera	Utilizado para detener el ciclo de trabajo	Daños en los resortes	Golpes bruscos	Generar rebotes en el momento de contacto	No limitar el recorrido de la máquina	3	8	3	72	Inspección y limpieza de los finales de carrera
8	Filtros	Ayuda a que el lubricante circule libre de impurezas	Filtros en mal estado	Suciedad	Tiempo de vida agotado	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	2	8	5	80	Inspección y limpieza de los filtros, cambio de ser necesario
9	Válvulas	Ayuda a regular la presión	Válvulas en mal estado	Desgaste	Mala calibración de la válvula	La presión puede variar	2	7	3	42	Verificar el correcto funcionamiento de las válvulas
10	Cadena de arrastre	Ayuda a sostener, guiar y proteger los cables al estar en movimiento	Cadenas en mal estado	Desgaste	Realizar trabajos a altas velocidades	Rotura de la cadena, cables expuestos	4	7	4	112	Revisión y cambio de ser necesario
11	Rieles	Permite el desplazamiento sobre un eje	Fisuras en los rieles	Desgaste	Golpes bruscos, falta de lubricación	Desplazamiento lento	2	7	2	28	Revisión frecuente del estado de los rieles
12	Estructura	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la estructura	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de cortar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
13	Motor	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación


MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		PANELADORA		Código	M-S94	Marca	TONGLI				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
14	Rodamientos	Permiten transmitir el movimiento y guiar componentes	Sobrecalentamiento	Desgaste, falta de lubricación	Daños en los rodamientos o juntas	No deslizar los elementos correctamente	5	6	5	150	Revisión frecuente y cambio de ser necesario
15	Engranajes	Utilizada para transmitir la potencia de un elemento a otro	Desgaste en los dientes	Desgaste	Exceso de torsión	La transmisión del movimiento variara	4	6	4	96	Inspección visual
16	Estación hidráulica	Brinda la presión necesaria para impulsar el fluido hidráulico hacia las diferentes partes móviles	Bomba dañada	Suciedad y desgaste	Componentes deteriorados	La presión es baja y el funcionamiento de la máquina será incorrecto	3	9	3	81	Revisar y limpiar frecuentemente la bomba
17	Empaques	Sellar las partes donde hay exceso de aceite	Fugas de líquido hidráulico	Desgaste y ruptura	Montaje incorrecto	Aceite derramado	2	7	5	70	Armar de manera correcta el empaque y remplazarlo de ser necesario
18	Mangueras de alta presión	Ayuda a transportar el fluido hidráulico desde la bomba hasta los distintos elementos	Fugas de líquido hidráulico	Mangueras rotas o desgastadas	Golpes bruscos	Pérdidas de presión y fugas del líquido hidráulico	3	7	4	84	Revisión frecuente de las mangueras, de ser necesario remplazarlas

Tabla 90: Matriz AMFE de M-S95

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		SOLDADORA DE PANELES		Código	M-S95	Marca	TONGLI				
Fecha de elaboración			Fecha de revisión		Revisado por:						
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa – Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Antorcha	Realizar el cordón de soldadura	Electrodo en mal estado	Desgaste	No afilar el electrodo correctamente	Cordón de soldadura defectuoso	5	7	3	105	Control del estado del electrodo y afilado de ser necesario
			Rotura de la antorcha	Rotura	Sobrepresión	No permite la salida del electrodo	4	8	3	96	Inspección y limpieza de la antorcha
2	Pantalla de control	Sistema de control que permite programar la acción de soldadura	Daños internos	Mala manipulación del personal	Programar de manera incorrecta la máquina	Máquina en modo de paro	4	9	3	108	Inspecciones frecuentes y limpieza
3	Caja de control	Asegurar y resguardar las piezas eléctricas	Los componentes internos se encuentran dañados	Desgaste	Caja expuesta a la intemperie	Daños en las piezas eléctricas de la caja	3	8	3	72	Inspección y remplazo de los elementos dañados
4	Soldadora TIG	Utilizado para transformar la energía y formar un arco entre la pieza y el electrodo	Rotura del bobinado	Rotura	Cortocircuito	Paro de la máquina	3	8	3	72	Inspección y limpieza de la soldadora TIG
5	Cadena de arrastre	Ayuda a sostener, guiar y proteger los cables al estar en movimiento	Cadenas en mal estado	Desgaste	Realizar trabajos a altas velocidades	Rotura de la cadena, cables expuestos	4	7	4	112	Revisión y cambio de de ser necesario

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		SOLDADORA DE PANELES		Código	M-S95	Marca	TONGLI				
Fecha de elaboración		Fecha de revisión		Revisado por:							
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
6	Sistema de enfriamiento	Permite distribuir agua destilada y enfriar las soldadoras	Componentes internos dañados	Sobrecalentamiento	Golpes, máquina expuesta	Falta de distribución del agua, paro de la máquina	2	5	3	30	Inspección visual del estado del sistema de enfriamiento
7	Rieles	Permite el desplazamiento sobre un eje	Fisuras en los rieles	Desgaste	Golpes bruscos, falta de lubricación	Desplazamiento lento	2	7	2	28	Revisión frecuente del estado de los rieles
8	Estructura	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la estructura	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones a la hora de cortar	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
9	Motor	Permite el movimiento e inicio de trabajo de las partes móviles de la máquina	Aumento de temperatura y pérdida de potencia	Sobrecalentamiento	Cambios bruscos de voltaje, alimentación incorrecta	Motor dañado, máquina en modo de paro	3	9	4	108	Inspección la fuente de alimentación y reparación
10	Rodamientos	Permiten transmitir el movimiento y guiar componentes	Sobrecalentamiento	Desgaste, falta de lubricación	Daños en los rodamientos o juntas	No deslizar los elementos correctamente	5	6	5	150	Revisión frecuente y cambio de ser necesario
11	Electrodo	Ayuda a conducir la energía eléctrica	Punta desgastada	Desgaste	Unión de la punta con el metal	Cortes de mala calidad	3	6	2	36	Revisión y afilado correcto del electrodo
12	Pinza a tierra	Está sujeta a un cable que permite la conexión eléctrica entre el generador y el material base	Agarre defectuoso	Deterioro	Mala ubicación al momento de cortar	Mala circulación de la corriente	3	5	2	30	Colocar la pinza en un lugar adecuado para evitar el deterioro

Tabla 91. Matriz AMFE de M-S98

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		CORTADORA DE PLASMA CNC		Código	M-S98	Marca	STEEL TAILOR				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Antorcha de plasma	Al pasar por el cable el aire comprimido y la electricidad la antorcha transforma el aire en plasma caliente	Imperfección de la boquilla	Desgaste	Altas temperaturas	Cortes de mala calidad	5	7	3	105	Limpieza en los terminales del soplete
			Rotura de la antorcha	Rotura	Sobrepresión	No permite la salida del plasma	4	8	3	96	Realizar el trabajo con una presión adecuada
2	Pantalla de control	Sistema de control Steel Tailor, que permite programar la acción de corte	Daños internos	Mala manipulación del personal	Programar de manera incorrecta la máquina	Máquina en modo de paro	4	9	3	108	Inspecciones frecuentes y limpieza
3	Final de carrera	Utilizado para detener el ciclo de trabajo	Daños en los resortes	Golpes bruscos	Generar rebotes en el momento de contacto	No limitar el recorrido de la máquina	3	8	3	72	Inspección y limpieza de los finales de carrera
4	Cadena de arrastre transversal y longitudinal	Ayuda a sostener, guiar y proteger los cables al estar en movimiento	Cadenas en mal estado	Desgaste	Realizar trabajos a altas velocidades	Rotura de la cadena, cables expuestos	4	7	4	112	Revisión y cambio de ser necesario
5	Tina de agua	Permite apoyar la chapa y almacenar el refrigerante	Mesa en mal estado	Desgaste	Golpes, exceso de plasma	Fisuras en la mesa de trabajo	2	5	3	30	Inspección visual del estado de la mesa
6	Rieles	Permite el desplazamiento sobre un eje	Fisuras en los rieles	Desgaste	Golpes bruscos, falta de lubricación	Desplazamiento lento	2	7	2	28	Revisión frecuente del estado de los rieles

MATRIZ AMFE											
Máquina/Equipo		CORTADORA DE PLASMA CNC		Código	M-S98	Marca	STEEL TAILOR				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:		Ing. Jorge López				
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
7	Fuente de poder	Permite transformar la corriente alterna a corriente directa	Rotura del bobinado	Rotura	Cortocircuito	Paro de la máquina	3	8	5	120	Inspección y limpieza de la fuente de poder
8	Estructura	Ayuda a soportar el peso de la máquina	Fisuras en la estructura	Desgaste	Golpes bruscos y vibraciones	Inestabilidad de la máquina	1	6	7	42	Realizar inspecciones mediante END (Visual y tintas penetrantes)
9	Servomotor	Utilizado para trabajar a altas velocidades y en máquinas que requieren precisión	Defecto en los devanados	Sobrecalentamiento	Cortocircuito	Paro de la máquina	2	9	4	72	Control del servomotor
10	Rodamientos	Permiten transmitir el movimiento y guiar componentes	Sobrecalentamiento	Desgaste, falta de lubricación	Daños en los rodamientos o juntas	No deslizar los elementos correctamente	5	6	5	150	Revisión frecuente y cambio de ser necesario
11	Control de altura de antorcha	Permite accionar la antorcha hacia arriba y abajo al momento de cortar	Daños en la consola de control	Parámetros de corte mal programados	Mala manipulación por parte del operador	No permitir que la antorcha ejerza su movimiento	2	8	3	48	Establecer parámetros de corte de manera correcta
12	Electrodo	Ayuda a conducir la energía eléctrica	Punta desgastada	Desgaste	Unión de la punta con el metal	Cortes de mala calidad	3	6	2	36	Revisión y afilado correcto del electrodo
13	Pinza a tierra	Está sujeta a un cable que permite la conexión eléctrica entre el generador y el material base	Agarre defectuoso	Deterioro	Mala ubicación al momento de cortar	Mala circulación de la corriente	3	5	2	30	Colocar la pinza en un lugar adecuado para evitar el deterioro

Tabla 92: Matriz AMFE de M-SA



		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		ESMERIL DE BANCO		Código	M-SA	Marca	CENTURY				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Motor eléctrico	Brindar el movimiento de todo el mecanismo	Aumento de temperatura	Sobrecalentamiento o del motor	Falla en la fase eléctrica, alimentación incorrecta	Pérdida de potencia, paro de la máquina	3	9	4	108	Control del sistema eléctrico y mantenimiento preventivo
2	Interruptor de encendido	Encargado de encender y apagar la máquina	Interruptor en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No permitir el funcionamiento, paro de la máquina	4	8	2	64	Verificar frecuentemente el estado del interruptor
3	Cables eléctricos	Encargado de transmitir la corriente eléctrica al sistema	Cables cortados, quemados o en mal estado	Desgaste, ruptura	Golpes, cambios bruscos de voltaje	No permitir el paso del fluido eléctrico	3	7	3	63	Revisión y cambio de cables en mal estado
4	Protector de disco	Ayuda a prevenir accidentes laborales	Ruptura del protector	Ruptura	Golpes bruscos sobre el protector	Accidente hacia el operario	2	8	3	48	Evitar golpes y verificar frecuentemente el estado del protector
5	Muelas de desbaste	Permite realizar el desbaste o pulido en distintos materiales	Muelas en mal estado	Desgaste	Mala manipulación del personal	Rotura de muelas	5	9	3	135	Utilizar la máquina de manera adecuada
6	Eje del husillo	Brindar el movimiento hacia las muelas	Eje desgastado	Desgaste, ruptura	Eje de mala calidad	Paro de la máquina	2	7	4	56	Verificar frecuentemente el estado del eje
7	Soporte de la pieza de trabajo	Es utilizado para apoyar y soportar la pieza de trabajo	Soporte desgastado	Rotura del soporte	Golpes bruscos sobre los soportes	Accidente hacia el operario	2	8	2	32	Evitar golpes y verificar frecuentemente el estado de los soportes

Tabla 93: Matriz AMFE de M-S0.22-190

		ECUATRAN S.A.									
		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO									
		MATRIZ AMFE									
Máquina/Equipo		AMOLADORA		Código	M-S022-190	Marca	INGCO				
Fecha de elaboración		25/11/2022	Fecha de revisión	13/12/2022	Revisado por:			Ing. Jorge López			
Nº	Componente	Función	Fallo funcional	Modo de fallo	Causa - Raíz	Efecto	Valoraciones				Recomendaciones
							F	G	D	IPR	
1	Estator	Ayuda a la rotación del motor	Estator deteriorado	Desgaste	Bobina en mal estado	Pérdida de potencia, paro de la máquina	4	8	2	64	Control y limpieza del estator
2	Interruptor de encendido	Encargado de encender y apagar el equipo	Interruptor en mal estado	Desgaste	Exceso de pulsaciones	No permitir el funcionamiento, paro de la máquina	5	8	2	80	Limpieza y control del componente
3	Cable de alimentación	Encargado de transmitir la corriente eléctrica a la herramienta	Cables cortados, quemados o en mal estado	Desgaste, ruptura	Golpes, cambios bruscos de voltaje	No permitir el paso del fluido eléctrico	3	6	3	54	Revisión y cambio de cables en mal estado
4	Protector de disco	Ayuda a prevenir accidentes laborales	Ruptura del protector	Fisuras, desgaste	Golpes bruscos sobre el protector	Accidente hacia el operario	4	8	2	64	Evitar golpes y verificar frecuentemente el estado del protector
5	Disco	Permite realizar el corte pulido en distintos materiales	Disco en mal estado	Ruptura	Mala manipulación del personal	Rotura del disco, accidente hacia el operario	5	8	3	120	Utilizar la máquina de manera adecuada
6	Rotor	Convierte la energía eléctrica en mecánica	Colector deteriorado	Desgaste,	Desgaste, exceso de trabajo	Pérdida de potencia, paro de la máquina	3	9	4	108	Limpieza interna y control del componente
7	Mango	Es utilizado para una mejor manipulación de la herramienta	Mango desgastado	Desgaste	Golpes bruscos sobre el mango	Accidente hacia el operario	2	5	2	20	Evitar golpes y verificar frecuentemente el estado del mango

ANEXO 4
GAMAS DE MANTENIMIENTO ANUAL

Tabla 94: Gama de mantenimiento anual M-S4

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/equipo		ACANALADORA												Código	M-S4	Área	Metalmecánica		Prioridad		Alta																															
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	Fun.		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
			On	Off	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza externa de la máquina	D	30	x		[Green blocks]																																															
Revisión y control del sistema eléctrico (botones, cables, breakers)	S	30	x	[Blue blocks]																																																
Verificar que no existan ruidos extraños	S	15	x	[Blue blocks]																																																
Verificar sujeción de tuercas y pernos	M	60	x	[Yellow blocks]																																																
Inspección y limpieza del motor	T	75	x	[Grey blocks]																																																
Limpieza y revisión de las matrices	M	20	x	[Yellow blocks]																																																
Comprobar que no existan fugas	D	30	x	[Green blocks]																																																
Engrasar componentes mecánicos	T	120	x	[Grey blocks]																																																
Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	A	90	x	[Purple blocks]																																																
Control de los empaques del depósito y de la bomba hidráulica	St	60	x	[Red blocks]																																																
Limpieza y revisión de filtros (cambio)	St	45	x	[Red blocks]																																																
Revisar el desgaste estructural de la máquina	A	60	x	[Purple blocks]																																																
Verificar el estado de las mangueras que transportan el fluido hidráulico	Q	30	x	[Yellow blocks]																																																
Revisión De la palanca de regulación	D	15	x	[Green blocks]																																																
Verificar el nivel de aceite hidráulico	S	15	x	[Blue blocks]																																																

Tabla 101: Gama de mantenimiento anual M-S16

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/equipo		DOBLADORA HIDRÁULICA												Código		M-S16	Área		Metalmecánica		Prioridad		Alta																													
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	On	Fun.	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
					Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas							
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza externa de la máquina	M	30	x		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■							
Revisión de las conexiones eléctricas exteriores	D	13	x		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Revisión y remplazo de los componentes dañados del sistema eléctrico	T	60	x									■																																								
Engrasar componentes mecánicos	M	90	x		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■											
Inspección y limpieza del motor	T	60	x									■																																■								
Inspección y limpieza de la bomba hidráulica	T	75	x									■																																■								
Verificar que no existan ruidos extraños	M	15	x		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■											
Revisión y limpieza del punzón y matriz	S	30	x		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Revisión y limpieza de la caja de control	M	30	x			■					■				■				■				■				■				■				■				■				■									
Comprobar que no existan fugas	D	15	x		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Verificar sujeción de tuercas y pernos	T	60	x									■																																■								
Revisión general de sistema de lubricación (limpiado, llenado y filtrado)	St	90	x																																									■								
Control de los empaques del depósito y de la bomba hidráulica	St	60	x																																									■								
Limpieza y revisión de filtros (cambio)	St	30	x																																									■								
Revisar el desgaste de componentes estructurales	A	60	x																																									■								
Verificar el estado de las mangueras que transportan el fluido hidráulico	Q	30	x		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Verificar el nivel de aceite hidráulico	S	15	x		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Revisión y control del pedal de accionamiento	D	15	x		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								

Tabla 102: Gama de mantenimiento anual M-S18

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/e quipo	CONFORMADORA DE BANDAS DE CIERRE				Código	M-S18	Área	Metalmecánica	Prioridad	Baja																																										
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	Fun.		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
			On	Off	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza externa de la máquina	D	15	x		[Green blocks]																																															
Revisión y control del sistema eléctrico	S	30	x		[Blue blocks]																																															
Engrasar componentes mecánicos (rodamientos, ejes, cadenas, piñones)	M	30	x		[Yellow blocks]																																															
Inspección y limpieza del motor	T	60	x		[Grey blocks]																																															
Inspección visual del estado de los rodillos	S	15	x		[Blue blocks]																																															
Limpieza y revisión del pulsador de arranque	M	25	x		[Yellow blocks]																																															
Verificar que no existan ruidos extraños	M	20	x		[Yellow blocks]																																															
Verificar sujeción de pernos y tuercas	T	60	x		[Grey blocks]																																															
Revisión del estado de las cadenas	St	90	x		[Red blocks]																																															
Revisión del desgaste estructural	A	60	x		[Purple blocks]																																															

Tabla 104: Gama de mantenimiento anual M-S30

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/equipo		SOLDADORA DE PUNTO												Código		M-S30	Área				Metalmecánica				Prioridad				Alta																							
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	Fun.		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
			On	Off	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza externa de la máquina	S	15	x		[Blue shading]																																															
Revisión y control de las conexiones eléctricas	S	20	x	[Blue shading]																																																
Control de desgaste del electrodo	D	15	x	[Green shading]																																																
Inspección y limpieza del panel de control	M	15	x	[Yellow shading]																																																
Verificar el estado de la perilla de regulación	Q	15	x	[Orange shading]																																																
Inspección de la estanqueidad en las mangueras	T	60	x	[Grey shading]																																																
Eliminar el polvo metálico que se deposita en la zona interna de la máquina	T	60	x	[Grey shading]																																																
Limpieza de tarjetas electrónicas con disolventes apropiados	A	90	x	[White]																																															[Purple]	
Inspección y limpieza del circuito de refrigeración	St	60	x	[White]																																														[Red]		
Control de ruidos y limpieza del transformador	St	60	x	[White]																																													[Red]			
Control y limpieza del pedal de inicio	D	15	x	[Green shading]																																																

Tabla 106: Gama de mantenimiento anual M-S44.A

ECUATRAN S.A.																																																					
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																					
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																					
Máquina/equipo	PUENTE GRÚA												Código	M-S44.A	Área	Metalmecánica	Prioridad	Alta																																			
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	Fun.		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				
			On	Off	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas																
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4									
Inspección y limpieza de la botonera	D	15	x		[Green shading]																																																
Verificar el funcionamiento del freno	D	15	x		[Green shading]																																																
Comprobar que no existan daños en el cable de la botonera	S	15		x	[Blue shading]																																																
Comprobar que las poleas giren sin inconveniente	M	30	x		[Yellow shading]																																																
Revisión general del sistema eléctrico	M	30	x		[Yellow shading]																																																
Engrasar componentes mecánicos	M	60	x		[Yellow shading]																																																
Inspección general del estado del sistema estructural (vigas, uniones, carriles, etc.)	A	90		x		[Purple shading]																																															
Examinar el estado de grasa y nivel de aceite de los reductores de elevación y traslación	T	90		x		[Grey shading]																																															
Revisión y limpieza del carro	T	90		x		[Grey shading]																																															
Comprobar que no existan daños en el cable y gancho (desgaste, corrosión)	St	45		x		[Red shading]																																															
Verificar el desgaste de los elementos del freno	St	90		x		[Red shading]																																															
Verificar sujeción de tuercas y pernos	St	60		x		[Red shading]																																															

Tabla 107: Gama de mantenimiento anual M-S69.1

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/e equipo		TRONZADORA												Código	M-S69.1	Área	Metalmecánica	Prioridad	Baja																																	
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	On	Fun.	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
					Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza externa de la máquina	D	15	x		Green																																															
Revisión del cable de alimentación	S	10	x		Blue																																															
Verificar el estado y ajuste del disco	S	15	x		Blue																																															
Inspección y limpieza del motor	T	60	x		Grey																																															
Verificar el estado del interruptor de accionamiento	D	15	x		Green																																															
Verificar que no existan ruidos extraños	M	15	x		Yellow																																															
Revisión y limpieza interna	T	45	x		Grey																																															
Engrasar partes móviles	T	60	x		Grey																																															
Control de funcionamiento del eje principal	M	30	x		Yellow																																															
Verificar el estado de la base y protector de disco	St	15	x		Red																																															

Tabla 110: Gama de mantenimiento anual M-S89

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/equipo		CORTADORA FLOW CNC												Código		M-S89	Área				Metalmecánica				Prioridad				Alta																							
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	On	Fun.	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
					Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas							
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza externa de la máquina	D	20	x		Green																																															
Verificar que el cabezal se encuentre en buenas condiciones	D	15		x	Green																																															
Revisión del cableado exterior	S	30	x		Blue																																															
Controlar que la bomba genere la presión adecuada	S	30		x	Blue																																															
Verificar que no existan ruidos extraños	M	15	x		Yellow																																															
Inspección y limpieza del cabezal	M	30		x	Yellow																																															
Lubricar componentes mecánicos	M	60		x	Yellow																																															
Revisión y limpieza de la pantalla de control CNC	Q	15		x	Orange																																															
Inspección y limpieza del tanque de agua	T	60		x	Grey																																															
Inspección de la estanqueidad en tuberías	T	90	x		Grey																																															
Inspección del estado de los rieles	T	60		x	Grey																																															
Revisión y limpieza del servomotor	T	75		x	Grey																																															
Revisión general de los componentes de la bomba	A	120		x																																																Grey
Revisar el desgaste de la mesa	A	30		x																																																Purple
Inspección del estado y funcionamiento del control de altura del cabezal	St	60	x																																																Red	
Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	St	60		x																																														Red		
Comprobar que no existan fugas	D	30		x	Green																																															

Tabla 112: Gama de mantenimiento anual M-S95

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/e equipo	SOLDADORA DE PANELES				Código	M-S95	Área	Metalmecánica	Prioridad	Alta																																										
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	Fun.		Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
			On	Off	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza externa de la máquina	D	30	x		Green																																															
Revisión del cableado exterior	S	30	x	Blue																																																
Afilado del electrodo	S	30	x	Blue																																																
Verificar que no existan ruidos extraños	M	15	x	Yellow																																																
Inspección y limpieza de la antorcha	M	30	x	Yellow																																																
Engrasar partes móviles y mecánicas	S	60	x	Blue																																																
Revisión y limpieza de la pantalla de control	Q	15	x	Orange																																																
Limpieza y control de las cadenas de arrastre	T	30	x	Grey																																																
Inspección de la estanqueidad en tuberías	T	90	x	Grey																																																
Inspección del estado de los rieles	T	45	x	Grey																																																
Revisión y limpieza de motores	T	60	x	Grey																																																
Verificar el estado de la pinza a tierra	Q	10	x	Orange																																																
Revisar el desgaste de la estructura	A	60	x	Purple																																																
Limpieza interna y externa de las soldadoras TIG	St	120	x	Red																																																
Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	St	60	x	Red																																																
Inspección y reemplazo de componentes dañados del sistema de control	St	90	x	Red																																																

Tabla 113: Gama de mantenimiento anual M-S98

ECUATRAN S.A.																																																				
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO																																																				
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL																																																				
Máquina/e equipo	CORTADORA DE PLASMA CNC				Código	M-S98	Área	Metalmecánica	Prioridad	Alta																																										
Actividades	Frecuencia	Duración (minutos)	On	Fun.	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
					Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas							
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Limpieza externa de la máquina	D	15	x		[Green blocks]																																															
Revisión del cableado exterior	S	30	x		[Blue blocks]																																															
Verificar que no existan ruidos extraños	M	30	x		[Yellow blocks]																																															
Inspección y limpieza de la antorcha	M	30	x		[Yellow blocks]																																															
Engrasar componentes mecánicos	M	60	x		[Yellow blocks]																																															
Revisión y limpieza de la pantalla de control	Q	15	x		[Orange blocks]																																															
Limpieza y control de las cadenas de arrastre	T	30	x		[Grey blocks]																																															
Inspección de la estanqueidad en tuberías	T	60	x		[Grey blocks]																																															
Inspección del estado de los rieles	T	30	x		[Grey blocks]																																															
Revisión y limpieza de servomotores	T	75	x		[Grey blocks]																																															
Verificar el estado de la pinza a tierra	Q	10	x		[Orange blocks]																																															
Revisar el desgaste de la estructura	A	60	x																																																	[Purple]
Inspección del estado y funcionamiento del control de altura de antorcha	St	60	x																																																[Red]	
Verificar sujeción de tuercas y pernos (reemplazo)	St	60	x																																															[Red]		
Revisar el estado de los finales de carrera	St	30	x																																														[Red]			

ANEXO 5: NTP 679

NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Analyse des modes de défauts et effets. AMDE

Failure Mode and Effect Analysis. FMEA

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Redactores:

Manuel Bestratén Belloví
Ingeniero Industrial

Rosa M^a Orriols Ramos
Licenciada en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE
CONDICIONES DE TRABAJO

Carles Mata París
Ingeniero Técnico

SEAT, S.A.

La presente NTP tiene por objeto exponer el método de análisis modal de fallos y efectos de elementos clave de procesos o productos. Esta herramienta es una de las tradicionales empleadas en el ámbito de la Calidad para la identificación y análisis de potenciales desviaciones de funcionamiento o fallos, preferentemente en la fase de diseño. Se trata de un método cualitativo que por sus características, resulta de utilidad para la prevención integral de riesgos, incluidos los laborales.

1. INTRODUCCIÓN

El AMFE fue aplicado por vez primera por la industria aeronáutica en la década de los 60, e incluso recibió una especificación en la norma militar americana MIL-STD-16291 titulada "Procedimientos para la realización de análisis de modo de fallo, efectos y criticidad". En la década de los 70 lo empezó a utilizar Ford, extendiéndose más tarde al resto de fabricantes de automóviles. En la actualidad es un método básico de análisis en el sector del automóvil que se ha extrapolado satisfactoriamente a otros sectores. Este método también puede recogerse con la denominación de AMFEC (Análisis Modal de Fallos, Efectos y su Criticidad), al introducir de manera remarcable y más precisa la especial gravedad de las consecuencias de los fallos.

Aunque la técnica se aplica fundamentalmente para analizar un producto o proceso en su fase de diseño, este método es válido para cualquier tipo de proceso o situación, entendiéndose que los procesos se encuentran en todos los ámbitos de la empresa, desde el diseño y montaje hasta la fabricación, comercialización y la propia organización en todas las áreas funcionales de la empresa. Evidentemente, este método a pesar de su enorme sencillez es usualmente aplicado a elementos o procesos clave en donde los fallos que pueden acontecer, por sus consecuencias puedan tener repercusiones importantes en los resultados esperados. El principal interés del AMFE es el de resaltar los puntos críticos con el fin de eliminarlos o establecer un sistema preventivo (medidas correctoras) para evitar su aparición o minimizar sus consecuencias, con lo que se puede convertir en un riguroso procedimiento de detección de efectos potenciales, si se aplica de manera sistemática.

La aplicación del AMFE por los grupos de trabajo implicados en las instalaciones o procesos productivos de los que son en parte conductores o en parte usuarios en sus diferentes aspectos, aporta un mayor conocimiento de los mismos y sobre todo de sus aspectos más débiles, con las consiguientes medidas preventivas a aplicar para su necesario control. Con ello se está facilitando la integración de la cultura preventiva en la empresa, descubriéndose que mediante el trabajo en equipo es posible profundizar de manera ágil en el conocimiento y mejoramiento de la calidad de productos y procesos reduciendo costes.

En la medida que el propósito del AMFE consiste en sistematizar el estudio de un proceso/producto, identificar los puntos de fallo potenciales, y elaborar planes de acción para combatir los riesgos, el procedimiento, como se verá, es asimilable a otros métodos simplificados empleados en prevención de riesgos laborales. Este método emplea criterios de clasificación que también son propios de la Seguridad en el Trabajo, como la posibilidad de acontecimiento de los fallos o hechos indeseados y la severidad o gravedad de sus consecuencias. Ahora bien, el AMFE introduce un factor de especial interés no utilizado normalmente en las evaluaciones simplificadas de riesgos de accidente, que es la capacidad de detección del fallo producido por el destinatario o usuario del equipo o proceso analizado, al que el método originario denomina cliente. Evidentemente tal cliente o usuario podrá ser un trabajador o equipo de personas que receptionan en un momento determinado un producto o parte del mismo en un proceso productivo, para intervenir en él, o bien en último término, el usuario final de tal producto cuando haya de utilizarlo en su lugar de aplicación. Es sabido que los fallos materiales suelen estar mayoritariamente asociados en su origen a la fase de diseño y cuanto más se tarde en detectarlos más costosa será su solución. De ahí la importancia de realizar el análisis de potenciales problemas en instalaciones, equipos y procesos desde el inicio de su concepción y pensando siempre en las diferentes fases de su funcionamiento previsto. A continuación se aportan una serie de definiciones sobre los conceptos asumidos por este método.

Este método no considera los errores humanos directamente, sino su correspondencia inmediata de mala operación en la situación de un componente o sistema. En definitiva, el AMFE es un método cualitativo que permite relacionar de manera sistemática una relación de fallos posibles, con sus consiguientes efectos, resultando de fácil aplicación para analizar cambios en el diseño o modificaciones en el proceso.

2. DEFINICIONES DE TÉRMINOS FUNDAMENTALES DEL AMFE

Como paso previo a la descripción del método y su aplicación es necesario sentar los términos y conceptos fundamentales, que a continuación se describen.

Cliente o usuario

Solemos asociar la palabra cliente al usuario final del producto fabricado o el destinatario-usuario del resultado del proceso o parte del mismo que ha sido analizado. Por lo tanto, en el AMFE, el cliente dependerá de la fase del proceso o del ciclo de vida del producto en el que apliquemos el método. La situación más crítica se produce cuando un fallo generado en un proceso productivo que repercute decisivamente en la calidad de un producto no es controlado a tiempo y llega en tales condiciones al último destinatario o cliente.

Si uno de los aspectos determinantes del método es asegurar la satisfacción de las necesidades de los usuarios, evitando los fallos que generan problemas e insatisfacciones, para conocerlas es necesario tener herramientas que nos permitan registrarlas. Para ello disponemos, entre otras, de dos herramientas: los cuestionarios de satisfacción de necesidades de clientes o usuarios y la doble matriz de información para comprobar como los resultados esperados de productos/procesos responden a las expectativas de sus usuarios.

El propósito del diseño, o sea lo que se espera se consiga o no del mismo, debe estar acorde con las necesidades y requisitos que pide el usuario; con lo que al realizar el AMFE y aplicarlo en la fase de diseño siempre hay que pensar en el cliente-usuario, ese "quien", es el que nos marca el objetivo final.

Es por eso que las funciones prioritarias al realizar el AMFE son las denominadas "funciones de servicio", este tipo de funciones nos permitirán conocer el susodicho grado de satisfacción del cliente tanto de uso del producto como de estimación (complacencia). Las "funciones de servicio" son necesidades directas de los sistemas analizados y no dependen solo de la tecnología, es por eso que para determinarlas hay que analizar, como se ha dicho, dos aspectos: las necesidades que se tienen que satisfacer y el impacto que tienen sobre el cliente dichas necesidades. Esto nos permitirá determinar y priorizar las funciones de servicio y a partir de ahí realizar el AMFE.

Producto

El producto puede ser una pieza, un conjunto de piezas, el producto final obtenido de un proceso o incluso el mismo proceso. Lo importante es poner el límite a lo que se pretende analizar y definir la función esencial a realizar, lo que se denomina identificación del elemento y determinar de que subconjuntos / subproductos está compuesto el producto

Por ejemplo: podemos analizar un vehículo motorizado en su conjunto o el sistema de carburación del mismo. Evidentemente, según el objetivo del AMFE, podrá ser suficiente revisar las funciones esenciales de un producto o profundizar en alguna de sus partes críticas para analizar en detalle sus modos de fallo.

Seguridad de funcionamiento

Hablamos de seguridad de funcionamiento como concepto integrador, ya que además de la fiabilidad de respuesta a sus funciones básicas se incluye la conservación, la disponibilidad y la seguridad ante posibles riesgos de daños tanto en condiciones normales en el régimen de funcionamiento como ocasionales. Al analizar tal seguridad de funcionamiento de un producto/proceso, a parte de los mismos, se habrán de detectar los diferentes modos o maneras de producirse los fallos previsible con su detectabilidad (facilidad de detección), su frecuencia y gravedad o severidad, y que a continuación se definen.

Detectabilidad

Este concepto es esencial en el AMFE, aunque como se ha dicho es novedoso en los sistemas simplificados de evaluación de riesgos de accidente.

Si durante el proceso se produce un fallo o cualquier "output" defectuoso, se trata de averiguar cuan probable es que no lo "detectemos", pasando a etapas posteriores, generando los consiguientes problemas y llegando en último término a afectar al cliente – usuario final.

Cuanto más difícil sea detectar el fallo existente y más se tarde en detectarlo más importantes pueden ser las consecuencias del mismo.

Frecuencia

Mide la repetitividad potencial u ocurrencia de un determinado fallo, es lo que en términos de fiabilidad o de prevención llamamos la probabilidad de aparición del fallo.

Gravedad

Mide el daño normalmente esperado que provoca el fallo en cuestión, según la percepción del cliente - usuario. También cabe considerar el daño máximo esperado, el cual iría asociado también a su probabilidad de generación.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Tal índice está basado en los mismos fundamentos que el método histórico de evaluación matemática de riesgos de FINE, William T., si bien el índice de prioridad del AMFE incorpora el factor detectabilidad. Por tanto, tal índice es el producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, siendo tales factores traducibles a un código numérico adimensional que permite priorizar la urgencia de la intervención, así como el orden de las acciones correctoras. Por tanto debe ser calculado para todas las causas de fallo.

$$IPR = D.G.F$$

Es de suma importancia determinar de buen inicio cuales son los puntos críticos del producto/proceso a analizar. Para ello hay que recurrir a la observación directa que se realiza por el propio grupo de trabajo, y a la aplicación de técnicas generales de análisis desde el "brainstorming" a los diagramas causa-efecto de Isikawa, entre otros, que por su sencillez son de conveniente utilización. La aplicación de dichas técnicas y el grado de profundización en el análisis depende de la composición del propio grupo de trabajo y de su cualificación, del tipo de producto a analizar y como no, del tiempo hábil disponible.

3. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

A continuación se indican de manera ordenada y esquemática los pasos necesarios con los correspondientes informaciones a cumplimentar en la hoja de análisis para la aplicación del método AMFE de forma genérica. El esquema de presentación de la información que se muestra en esta NTP tiene un valor meramente orientativo, pudiendo adaptarse a las características e intereses de cada organización. No obstante, el orden de cumplimentación sigue el mismo en el que los datos deberán ser recabados. Al final se adjunta una sencilla aplicación práctica, a modo de ejemplo. En primer lugar habría que definir si el AMFE a realizar es de proyecto o de producto/proceso. Cuando el AMFE se aplica a un proceso de-

terminado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo, supongamos que se trata de un proceso de intercambio térmico para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMFE podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministro de fluido refrigerante. En todo caso, hablemos de producto o proceso, en el AMFE nos centraremos en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar.

Denominación del componente e identificación

Debe identificarse el PRODUCTO o parte del PROCESO incluyendo todos los subconjuntos y los componentes que forman parte del producto/proceso que se vaya a analizar, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto/proyecto o del proceso propiamente dicho. Es útil complementar tal identificación con códigos numéricos que eviten posibles confusiones al definir los componentes.

Parte del componente. Operación o función

Se completa con distinta información dependiendo de si se está realizando un AMFE de diseño o de proceso.

Para el AMFE de diseño se incluyen las partes del componente en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para el AMFE de proceso se describirán todas las operaciones que se realizan a lo largo del proceso o parte del proceso productivo considerado, incluyendo las operaciones de aprovisionamiento, de producción, de embalaje, de almacenado y de transporte.

Fallo o Modo de fallo

El "Modo de Fallo Potencial" se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente.

Los modos de fallo potencial se deben describir en términos "físicos" o técnicos, no como síntoma detectable por el cliente. El error humano de acción u omisión en principio no es un modo de fallo del componente analizado. Es recomendable numerarlos correlativamente.

Un fallo puede no ser detectable inmediatamente, ello como se ha dicho es un aspecto importante a considerar y por tanto no debería nunca pasarse por alto.

Efecto/s del fallo

Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. Se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario.

Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto.

Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

Causas del modo de fallo

La causa o causas potenciales del modo de fallo están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo.

Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

Ejemplo de AMFE de diseño:

Supongamos que estamos analizando el tubo de escape de gases de un automóvil en su proceso de fabricación.

- Modo de fallo: Agrietado del tubo de escape
Efecto: Ruido no habitual
Causa: Vibración – Fatiga

Ejemplo AMFE de proceso:

Supongamos que estamos analizando la función de refrigeración de un reactor químico a través de un serpentín con aporte continuo de agua.

- Modo de fallo 1: Ausencia de agua.
Causas: fallo del suministro, fuga en conducción de suministro, fallo de la bomba de alimentación.
- Modo de fallo 2: Pérdida de capacidad refrigerante.
Causas: Obstrucciones calcáreas en el serpentín, perforación en el circuito de refrigeración.

Efecto en ambos modos de fallo: Incremento sustancial de temperatura. Descontrol de la reacción

Medidas de ensayo y control previstas

En muchos AMFE suele introducirse este apartado de análisis para reflejar las medidas de control y verificación existentes para asegurar la calidad de respuesta del componente/producto/proceso. La fiabilidad de tales medidas de ensayo y control condicionará a su vez a la frecuencia de aparición de los modos de fallo. Las medidas de control deberían corresponderse para cada una de las causas de los modos de fallo.

Gravedad

Determina la importancia o severidad del efecto del modo de fallo potencial para el cliente (no teniendo que ser este el usuario final); valora el nivel de consecuencias, con lo que el valor del índice aumenta en función de la insatisfacción del cliente, la degradación de las prestaciones esperadas y el coste de reparación.

Este índice sólo es posible mejorarlo mediante acciones en el diseño, y no deberían afectar los controles derivados de la propia aplicación del AMFE o de revisiones periódicas de calidad.

El cuadro de clasificación de tal índice debería diseñarlo cada empresa en función del producto, servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, aunque a veces se usan rangos menores (de 1 a 5), desde una pequeña insatisfacción, pasando por una degradación funcional en el uso, hasta el caso más grave de no adaptación al uso, problemas de seguridad o infracción reglamentaria importante. Una clasificación tipo podría ser la representada en la tabla 1

TABLA 1. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales, la gravedad valora las consecuencias de la materialización del riesgo, entendiéndolas como el accidente o daño más probable/habitual. Ahora bien, en el AMFE se enriquece este concepto introduciendo junto a la importancia del daño del tipo que sea en el sistema, la percepción que el usuario-cliente tiene del mismo. Es decir, el nivel de gravedad del AMFE nos está dando también el grado de importancia del fallo desde el punto de vista de sus peores consecuencias, tanto materiales como personales u organizacionales.

Siempre que la gravedad esté en los niveles de rango de gravedad superior a 4 y la detectabilidad sea superior a 4, debe considerarse el fallo y las características que le corresponden como importantes. Aunque el IPR resultante sea menor al especificado como límite, conviene actuar sobre estos modos de fallo. De ahí que cuando al AMFE se incorpora tal atención especial a los aspectos críticos, el método se conozca como AMFEC, correspondiendo la última letra a tal aspecto cuantificable de la criticidad

Estas características de criticidad se podrían identificar con algún símbolo característico (por ej. Un triángulo de diferentes colores) en la hoja de registro del AMFE, en el plan de control y en el plano si corresponde.

Frecuencia

Es la Probabilidad de que una causa potencial de fallo (causa específica) se produzca y dé lugar al modo de fallo.

Se trata de una evaluación subjetiva, con lo que se recomienda, si se dispone de información, utilizar datos históricos o estadísticos. Si en la empresa existe un Control Estadístico de Procesos es de gran ayuda para poder objetivar el valor. No obstante, la experiencia es esencial. La frecuencia de los modos de fallo de un producto final con funciones clave de seguridad, adquirido a un proveedor, debería ser suministrada al usuario, como punto de partida, por dicho proveedor. Una posible clasificación se muestra en la tabla 2.

La única forma de reducir el índice de frecuencia es:

- Cambiar el diseño, para reducir la probabilidad de que el fallo pueda producirse.
- Incrementar o mejorar los sistemas de prevención y/o control que impiden que se produzca la causa de fallo.

Controles actuales

En este apartado se deben reflejar todos los controles existentes actualmente para prevenir las causas del fallo y detectar el efecto resultante.

Detectabilidad

Tal como se definió anteriormente este índice indica la probabilidad de que la causa y/o modo de fallo, supuestamente aparecido, sea detectado con antelación suficiente para evitar daños, a través de los "controles actuales" existentes a tal fin. Es decir, la capacidad de de-

TABLA 2. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

TABLA 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

tecar el fallo antes de que llegue al cliente final. Inversamente a los otros índices, cuanto menor sea la capacidad de detección mayor será el índice de detectabilidad y mayor el consiguiente Índice de Riesgo, determinante para priorizar la intervención. Ver la tabla 3.

Se hace necesario aquí puntualizar que la detección no significa control, pues puede haber controles muy eficaces pero si finalmente la pieza defectuosa llega al cliente, ya sea por un error, etc., la detección tendrá un valor alto. Aunque está claro que para reducir este índice sólo se tienen dos opciones:

- Aumentar los controles. Esto supone aumentar el coste con lo que es una regla no prioritaria en los métodos de Calidad ni de Prevención.
- Cambiar el diseño para facilitar la detección.

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Es el producto de los tres factores que lo determinan. Dado que tal índice va asociado a la prioridad de intervención, suele llamarse Índice de Prioridad del Riesgo. Debe ser calculado para todas las causas de fallo. No se establece un criterio de clasificación de tal índice. No obstante un IPR inferior a 100 no requeriría intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuiría a mejorar aspectos de calidad del producto, proceso o trabajo. El ordenamiento numérico de las causas de modos de fallo por tal índice ofrece una primera aproximación de su importancia, pero es la reflexión detenida ante los factores que las determinan, lo que ha de facilitar la toma de decisiones para la acción preventiva. Como todo método cualitativo su principal aportación es precisamente el facilitar tal reflexión.

Acción correctora

Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta. Generalmente el tipo de acción correctora que elegiremos seguirá los siguientes criterios, de ser posible:

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o la inspección.

Siempre hay que mirar por la eficiencia del proceso y la minimización de costes de todo tipo, generalmente es más económico reducir la probabilidad de ocurrencia de fallo que dedicar recursos a la detección de fallos. No obstante, la gravedad de las consecuencias del modo de

fallo debería ser el factor determinante del índice de prioridad del riesgo. O sea, si se llegara al caso de dos situaciones que tuvieran el mismo índice, la gravedad sería el factor diferencial que marcaría la prioridad.

Responsable y plazo

Como en cualquier planificación de acciones correctoras se deberá indicar quien es el responsable de cada acción y las fechas previstas de implantación.

Acciones implantadas

Este apartado es opcional, no siempre lo contienen los métodos AMFE, pero puede ser de gran utilidad recogerlo para facilitar el seguimiento y control de las soluciones adoptadas. Se deben reflejar las acciones realmente im-

TABLA 4. Proceso de actuación para la realización de un AMFE de proceso

1. Disponer de un esquema gráfico del proceso productivo (lay-out).
2. Seleccionar procesos/operaciones clave para el logro de los resultados esperados.
3. Crear grupo de trabajo conocedor del proceso en sus diferentes aspectos. Los miembros del grupo deberían haber recibido previamente conocimientos de aplicación de técnicas básicas de análisis de fallos y del AMFE.
4. Recabar información sobre las premisas generales del proceso, funciones de servicio requeridas, exigencias de seguridad y salud en el trabajo y datos históricos sobre incidentes y anomalías generadas.
5. Disponer de información sobre prestaciones y fiabilidad de elementos clave del proceso.
6. Planificar la realización del AMFE, conducido por persona conocedora de la metodología.
7. Aplicar técnicas básicas de análisis de fallos. Es esencial el diagrama causa- efecto o diagrama de la espina de Isikawa.
8. Complimentar el formulario del AMFE, asegurando la fiabilidad de datos y respuestas por consenso.
9. Reflexionar sobre los resultados obtenidos y emitir conclusiones sobre las intervenciones de mejora requeridas.
10. Planificar las correspondientes acciones de mejora.

TABLA 5. Ejemplo de formulario de AMFE cumplimentado parcialmente para el análisis de operaciones de soldadura y marcado del proceso de prensas y chapistería

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (A.M.F.E.)																	
AMFE DE PROYECTO <input type="checkbox"/>		AMFE DE PROCESO <input type="checkbox"/>		DENOMINACIÓN DEL COMPONENTE / PARTE DEL PROCESO				CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL COMPONENTE		Hoja:							
NOMBRE Y DPTO. DE LOS PARTICIPANTES Y/O PROVEEDOR:				COORDINADOR: (Nombre / Dpto.)				MODELO/SISTEMA/FABRICACIÓN		FECHA INICIO: FECHA REVISIÓN:							
OPERACIÓN O FUNCIÓN	FALLO Nº	FALLOS POTENCIALES			ESTADO ACTUAL			ACCIÓN CORRECTORA	RESPONSABLE / PLAZO	SITUACIÓN DE MEJORA							
		MODOS DE FALLO	EFFECTOS	CAUSAS DEL MODO DE FALLO	MEDIDAS DE ENSAYO Y CONTROL PREVISTAS	F	G			D	IPR	F	G	D	IPR		
Soldadura MIG	1.1	Falta soldadura	Retrabajos, ruidos, falta de rigidez	Defectos de acoplamiento	Ninguna	8	8	2	128	Previstos grupos y aprietes en zona MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.2			Pestañas fuera de geometría	Ninguna	8	8	2	128	Pestañas bien diseñadas para garantizar geometría	Proyectos / Anteproyecto						
	1.3	Soldadura defectuosa	Agujeros en chapa	Desacoplamiento chapas	Ninguna	8	8	2	128	Garantizar geometrías y acoplamientos	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.4	Mala calidad de soldadura	Retrabajos, ruidos, grietas	Parámetros de soldadura incorrectos	Ninguna	2	9	8	144	Acceso restringido a los parámetros de máquina. Control periódico de los mismos.	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.5	Proyecciones suciedad poros	Óxido, suciedad en bajos en pinturas	Falta de gas. Malos parámetros	Ninguna	6	8	7	336	Incorporar medios en la estación para eliminar suciedad.	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.6	Deslumbramiento	Problemas de visión de los operarios	Ausencia de vallas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar pantallas de protección en zonas de soldadura MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.7			Ausencia de puertas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar puertas de protección para no deslumbrar	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.8	Exceso de humos	Exposición a agentes químicos	Campanas de humos ubicadas muy alejadas de la zona de emanación del humo.	Ninguna	6	8	4	192	Colocar campanas de aspiración justo al lado de la fuente del humo.	Proceso Chapa / Anteproyecto						
	1.9	Exceso de fuego	Proyecciones	No hay protección	Ninguna	6	5	6	180	Caja de latón que protege chapa y la máquina, todo ello en sus partes vistas.	Proceso Chapa / Anteproyecto						

plantadas que a veces puede ser que no coincidan exactamente con las propuestas inicialmente. En tales situaciones habría que recalcular el nuevo IPR para comprobar que está por debajo del nivel de actuación exigido.

A modo de resumen los puntos más importantes para llevar a cabo el procedimiento de actuación de un AMFE son los descritos en la tabla 4.

A título de ejemplo se muestra en la tabla 5 una hoja para la recogida de informaciones y datos de un AMFE, de acuerdo al contenido de esta Nota Técnica de Prevención. Se ha cumplimentado para una hipotética situación de análisis de la operación de soldadura mix en el proceso de prensas y chapistería de una empresa de fabricación de automóviles.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) PAUL JAMES.
Gestión de la Calidad Total
Prentice Hall, 1996
- (2) PATRICK LYONNET
Los métodos de la Calidad Total
Ediciones Diaz de Santos, 1989
- (3) DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL
Métodos cualitativos para el análisis de riesgos. Guía Técnica.
Madrid, 1994

Nuestro agradecimiento a los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales y de Calidad de la empresa SEAT, de Martorell (Barcelona), por su colaboración.