



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

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

**TEMA:**

---

**“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
LAS MÁQUINAS DE CONTROL E INSPECCIÓN DE CALIDAD DE LA  
EMPRESA SICCPETR S.A. DE LA CIUDAD DEL COCA”**

---

**AUTOR:** Joselo Alexander Castro Núñez

**TUTOR:** Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.

**AMBATO - ECUADOR**

**Febrero - 2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema: **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DE CONTROL E INSPECCIÓN DE CALIDAD DE LA EMPRESA SICCPETR S.A. DE LA CIUDAD DEL COCA”**, elaborado por el Sr. Joselo Alexander Castro Núñez, portador de la cédula de ciudadanía C.I. 1804326799, estudiante de la Carrera de 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.
- Esta concluido con su totalidad.

Ambato, febrero 2024



.....  
**Ing. Christian Byron Castro Miniguano, Mg.**

**TUTOR**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Joselo Alexander Castro Núñez**, con C.I. 1804326799 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente Proyecto Técnico con el tema **“DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DE CONTROL E INSPECCIÓN DE CALIDAD DE LA EMPRESA SICCPETR S.A. DE LA CIUDAD DEL COCA”**, así como también fichas técnicas, tabulación de datos, gráficos, análisis, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas.

Ambato, febrero 2024



.....  
**Joselo Alexander Castro Núñez**

**CI. 1804326799**

**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y proceso 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, febrero 2024



.....  
**Joselo Alexander Castro Núñez**

**CI. 1804326799**

**AUTOR**



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante **JOSELO ALEXANDER CASTRO NÚÑEZ** de la Carrera de Mecánica bajo el tema “**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DE CONTROL E INSPECCIÓN DE CALIDAD DE LA EMPRESA SICCPETR S.A. DE LA CIUDAD DEL COCA**”

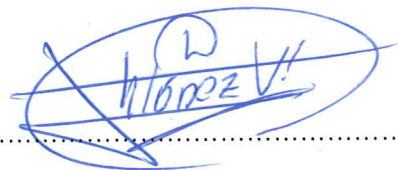
Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. María Belén Paredes Robalino, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**



Ing. Jorge Enrique López Velastegui, Mg.

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

El presente proyecto técnico se lo dedico primeramente a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida, especialmente para mi angelito que se encuentra allá en el cielo quien me ha dado esa fuerza y sabiduría para seguir adelante, aquí está reflejado la promesa que te hice hijo de mi vida.

A mis padres Silvio y Lidia quienes han sido el soporte y la base fundamental en esta travesía, por su esfuerzo y sacrificio ya que a pesar de que les eh fallado mucho han sabido estar ahí con su apoyo incondicional, apoyándome, guiándome para alcanzar tan anhelada meta, de igual manera a mis hermanos quienes han sido un pilar fundamental en mi vida.

A Katherine, quien ha sido una persona leal y me ha apoyado incondicionalmente, y lo más importante esto va para mí que a pesar de lo duro que la vida me ha golpeado sigo aquí de pie luchando por mis sueños.

*Joselo Alexander Castro Núñez*

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento primero a Dios por haberme dado la oportunidad de haber llegado hasta aquí brindándome salud y sabiduría para finalizar mis estudios.

Gracias infinitas a mi hijo quien ha sido mi fiel ejemplo de lucha y constancia, a mis padres por su apoyo incondicional y moral. Su confianza y fe depositados en mí en los momentos más difíciles ha sido el pilar fundamental de este logro. Así también expresar mi gratitud a mis hermanos quienes supieron escucharme y apoyarme. Sin ustedes todo esto no sería posible su amor ha sido la luz que guio esta hermosa travesía Universitaria.

De igual manera quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor Ing. Mg. Christian Castro quien ha sido la guía y apoyo para desarrollar este proyecto técnico sin su contribución esto no sería posible.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato por haberme abierto las puertas y darme la oportunidad de llegar a mi querida Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica a mis docentes que me supieron brindar sus conocimientos habilidades y experiencias para ser un profesional exitoso.

**Joselo Alexander Castro Núñez**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1    Antecedentes Investigativos .....	1
1.2    Objetivos .....	3
1.2.1    Objetivos General.....	3
1.2.2    Objetivos Específicos.....	3
1.3    Fundamentación teórica .....	4
1.3.1    Mantenimiento .....	4
1.3.2    Tipos de mantenimiento.....	4
1.3.2.1    Mantenimiento Preventivo.....	4
Ventajas y desventajas de un plan de mantenimiento preventivo.....	6
1.3.2.2    Mantenimiento Correctivo .....	6
1.3.2.3    Mantenimiento Predictivo.....	7

1.3.2.4 Mantenimiento Productivo Total .....	7
1.3.3 Objetivos de un mantenimiento .....	8
1.3.4 Plan de mantenimiento .....	8
1.3.5 Inventario de Máquinas.....	8
1.3.6 Ficha Técnica .....	8
1.3.7 Matriz AMFE .....	9
1.3.7.1 Nota Técnica de Prevención 679.....	10
1.3.7.2 Términos fundamentales de la matriz AMFE .....	10
1.3.8 Matriz de Criticidad .....	12
CAPÍTULO II .....	16
METODOLOGÍA .....	16
2.1. Materiales y Recursos .....	16
2.1.1 Recursos Materiales .....	16
2.1.2 Recursos Humanos.....	16
2.1.3 Recursos Institucionales.....	16
2.1.4 Recursos económicos .....	16
2.2. Métodos.....	17
2.2.1 Tipo de investigación.....	17
2.2.1.1 Investigación Explicativa.....	17
2.2.1.2 Investigación Descriptiva.....	17
2.2.1.3 Investigación de campo.....	18
2.2.1.4 Investigación bibliográfica.....	18
2.2.2 Diagrama de flujo para el plan de mantenimiento .....	19
CAPITULO III .....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	20
3.1 Descripción de la empresa .....	20
3.1.1 Políticas de calidad de la empresa.....	20

3.2 Inventario de máquinas .....	20
3.2.1 Codificación .....	20
3.2.2 Fichas técnicas de las máquinas .....	1
3.2.3 Matriz de componentes .....	5
3.2.4 Condición de servicios .....	12
3.3 Parámetros empleados.....	16
3.3.1 Estadístico .....	16
3.4 Matriz AMFE .....	32
3.5 Análisis de criticidad de las máquinas de la empresa SICCPETR S.A. ....	47
3.6 Bitácora de mantenimiento de las máquinas de la empresa SICCPETR S.A. ...	59
3.7 Gama de mantenimiento .....	67
3.8 Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa SICCPETR S.A. de la ciudad del Coca. ....	74
3.8.1 Alcance.....	74
3.8.3.1 Instructivo del software FRACTTAL ONE.....	74
CAPITULO IV.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
4.1 Conclusiones .....	90
4.2 Recomendaciones.....	91
Bibliografía .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Implementación del mantenimiento preventivo [6].....	5
<b>Figura 2.</b> Aplicaciones predictivas más comunes [6]. .....	7
<b>Figura 3.</b> Nivel de criticidad [13].....	15
<b>Figura 4.</b> Diagrama de flujo. ....	19
<b>Figura 5.</b> Curva de la bañera de la Pulidora Grande. ....	19
<b>Figura 6.</b> Curva de la bañera del Motor Tool.....	21
<b>Figura 7.</b> Curva de la bañera de la Hidro Lavadora. ....	23
<b>Figura 8.</b> Curva de la bañera del Taladro de Potencia. ....	25
<b>Figura 9.</b> Curva de la bañera del Compresor. ....	27
<b>Figura 10.</b> Curva de la bañera de la Soldadora. ....	29
<b>Figura 11.</b> Curva de la bañera del Ultrasonido. ....	31
<b>Figura 12.</b> Registro del software. ....	75
<b>Figura 13.</b> Dashboard de la plataforma. ....	75
<b>Figura 14.</b> Añadir activos.....	76
<b>Figura 15.</b> Ingresar datos de las máquinas. ....	76
<b>Figura 16.</b> Ingresar datos de la empresa.....	77
<b>Figura 17.</b> Agregar las máquinas. ....	77
<b>Figura 18.</b> Ingresar nombres de los responsables de mantenimiento.....	78
<b>Figura 19.</b> Ingresar datos de los responsables de mantenimiento. ....	78
<b>Figura 20.</b> Agregar a más personas. ....	79
<b>Figura 21.</b> Ingresar el plan de tareas. ....	79
<b>Figura 22.</b> Nombramos el plan de mantenimiento de cada máquina. ....	80
<b>Figura 23.</b> Agregar las actividades de mantenimiento de cada máquina. ....	80
<b>Figura 24.</b> Agregar la descripción de cada tarea. ....	81
<b>Figura 25.</b> Establecer la frecuencia de mantenimiento. ....	81
<b>Figura 26.</b> Vincular el plan de mantenimiento creado. ....	82
<b>Figura 27.</b> Fechas próximas de mantenimiento a realizarse. ....	82
<b>Figura 28.</b> Crear orden de trabajo. ....	83
<b>Figura 29.</b> Actividades pendientes a realizar el plan de mantenimiento.....	83
<b>Figura 30.</b> Nueva orden de trabajo.....	84

<b>Figura 31.</b> Seleccionar al responsable de mantenimiento. ....	84
<b>Figura 32.</b> Actividades de mantenimiento de cada máquina. ....	85
<b>Figura 33.</b> Orden de trabajo a desarrollar. ....	85
<b>Figura 34.</b> Confirmar el 100% del mantenimiento. ....	86
<b>Figura 35.</b> Revisión de la Orden de Trabajo. ....	86
<b>Figura 36.</b> Orden de trabajo finalizada.....	87
<b>Figura 37.</b> Documento impreso de la Orden de Trabajo.....	88
<b>Figura 38.</b> Bitácora de mantenimiento del software. ....	89



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Ventajas y desventajas de un mantenimiento preventivo [6].....	6
<b>Tabla 2.</b> Clases de mantenimiento correctivo [6].....	6
<b>Tabla 3.</b> Ficha Técnica. ....	9
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente [12].....	11
<b>Tabla 5.</b> Frecuencia de ocurrencia de modo de fallo [12].....	12
<b>Tabla 6.</b> Clasificación de detección de falla [12].....	12
<b>Tabla 7.</b> Frecuencia de fallo [13]. ....	14
<b>Tabla 8.</b> Impacto operacional [13]. ....	14
<b>Tabla 9.</b> Flexibilidad operacional [13]. ....	14
<b>Tabla 10.</b> Costos de mantenimiento [13]. ....	15
<b>Tabla 11.</b> Recursos Económicos. ....	17
<b>Tabla 12.</b> Estructura de codificación.....	21
<b>Tabla 13.</b> Inventario de máquinas de la empresa SICCPETR S.A. ....	21
<b>Tabla 14.</b> Listado de máquinas para el plan de mantenimiento. ....	23
<b>Tabla 15.</b> Ficha Técnica de la Pulidora grande disco 7". ....	1
<b>Tabla 16.</b> Ficha Técnica del Motor Tool 1 1/2". ....	1
<b>Tabla 17.</b> Ficha Técnica del Taladro de Potencia. ....	2
<b>Tabla 18.</b> Ficha Técnica del Compresor. ....	2
<b>Tabla 19.</b> Ficha Técnica de la soldadora. ....	3
<b>Tabla 20.</b> Ficha Técnica de la Hidro lavadora. ....	3
<b>Tabla 21.</b> Ficha Técnica del Ultrasonido. ....	4
<b>Tabla 22.</b> Matriz de componentes de la Pulidora grande disco 7" ....	5
<b>Tabla 23.</b> Matriz de componentes del Motor Tool.....	6
<b>Tabla 24.</b> Matriz de componentes de la Hidro Lavadora ....	7
<b>Tabla 25.</b> Matriz de componentes del Taladro de Potencia. ....	8
<b>Tabla 26.</b> Matriz de componentes del Compresor.....	9
<b>Tabla 27.</b> Matriz de componentes de la Soldadora. ....	10
<b>Tabla 28.</b> Matriz de componente del Ultrasónico. ....	11
<b>Tabla 29.</b> Condición de servicios de la Pulidora. ....	12
<b>Tabla 30.</b> Condiciones de servicio del Motor Tool.....	12

<b>Tabla 31.</b> Condiciones de servicio del Taladro de Potencia. ....	13
<b>Tabla 32.</b> Condiciones de servicio del Compresor.....	13
<b>Tabla 33.</b> Condiciones de servicio de la Soldadora. ....	14
<b>Tabla 34.</b> Condiciones de servicio de la Hidro Lavadora. ....	14
<b>Tabla 35.</b> Condiciones de servicio de Medidor de Espesor de Ultrasonido.....	15
<b>Tabla 36.</b> Estadístico de la Pulidora Grande 7".....	18
<b>Tabla 37.</b> Estadístico Motor Tool 1 1/2".....	20
<b>Tabla 38.</b> Estadístico de la Hidro Lavadora. ....	22
<b>Tabla 39.</b> Estadístico del Taladro de Potencia.....	24
<b>Tabla 40.</b> Estadístico del Compresor.....	26
<b>Tabla 41.</b> Estadístico de la Soldadora GMAW. ....	28
<b>Tabla 42.</b> Estadístico Medidor de Espesor Ultrasonido. ....	30
<b>Tabla 43.</b> Tablad de valoración para la matriz AMFE.....	32
<b>Tabla 44.</b> Matriz AMFE de la pulidora.....	33
<b>Tabla 45.</b> Matriz AMFE de la pulidora. (Continuación).....	34
<b>Tabla 46.</b> Matriz AMFE del Motor Tool. ....	35
<b>Tabla 47.</b> Matriz AMFE del Motor Tool. (Continuación).....	36
<b>Tabla 48.</b> Matriz AMFE del Taladro de Potencia. ....	37
<b>Tabla 49.</b> Matriz AMFE del Taladro de Potencia. (Continuación).....	38
<b>Tabla 50.</b> Matriz AMFE del Compresor. ....	39
<b>Tabla 51.</b> Matriz AMFE del Compresor. (Continuación).....	40
<b>Tabla 52.</b> Matriz AMFE de la Soldadora. ....	41
<b>Tabla 53.</b> Matriz AMFE de la Soldadora. (Continuación).....	42
<b>Tabla 54.</b> Matriz AMFE de la Hidro Lavadora.....	43
<b>Tabla 55.</b> Matriz AMFE de la Hidro Lavadora. (Continuación).....	44
<b>Tabla 56.</b> Matriz AMFE de Ultrasonido. ....	45
<b>Tabla 57.</b> Matriz AMFE del Ultrasonido. (Continuación).....	46
<b>Tabla 58.</b> Valoración para el análisis de criticidad de los fallos y sus riegos. ....	47
<b>Tabla 59.</b> Análisis de criticidad de la Pulidora Grande.....	48
<b>Tabla 60.</b> Análisis de criticidad del Motor Tool. ....	49
<b>Tabla 61.</b> Análisis de criticidad del Taladro de Potencia.....	50
<b>Tabla 62.</b> Análisis de criticidad del Compresor. ....	51
<b>Tabla 63.</b> Análisis de criticidad de la Hidro Lavadora.....	52

<b>Tabla 64.</b> Análisis de criticidad de la Hidro Lavadora.....	53
<b>Tabla 65.</b> Análisis de criticidad del Ultrasonido. ....	54
<b>Tabla 66.</b> Resumen de componentes más críticos de Pulidora grande.....	55
<b>Tabla 67.</b> Resumen de componentes más críticos del Motor Tool. ....	55
<b>Tabla 68.</b> Resumen de componentes más críticos del Taladro de Potencia. ....	56
<b>Tabla 69.</b> Resumen de componentes más críticos del Compresor. ....	56
<b>Tabla 70.</b> Resumen de componentes más críticos de la Soldadora. ....	57
<b>Tabla 71.</b> Resumen de componentes más críticos de la Hidro Lavadora.....	57
<b>Tabla 72.</b> Resumen de componentes más críticos del Medidor de Ultrasonido. ....	58
<b>Tabla 73.</b> Frecuencia de mantenimiento para la bitácora. ....	59
<b>Tabla 74.</b> Bitácora de mantenimiento de la Pulidora. ....	60
<b>Tabla 75.</b> Bitácora de mantenimiento del Motor Tool. ....	61
<b>Tabla 76.</b> Bitácora de mantenimiento del Taladro de Potencia.....	62
<b>Tabla 77.</b> Bitácora de mantenimiento del Compresor.....	63
<b>Tabla 78.</b> Bitácora de mantenimiento de la Soldadora.....	64
<b>Tabla 79.</b> Bitácora de mantenimiento de la Hidro Lavadora. ....	65
<b>Tabla 80.</b> Bitácora de mantenimiento del Ultrasonido.....	66
<b>Tabla 81.</b> Gama de mantenimiento de la Pulidora. ....	67
<b>Tabla 82.</b> Gama de mantenimiento del Motor Tool. ....	68
<b>Tabla 83.</b> Gama de mantenimiento del Taladro de Potencia.....	69
<b>Tabla 84.</b> Gama de mantenimiento del Compresor.....	70
<b>Tabla 85.</b> Gama de mantenimiento de la Soldadora.....	71
<b>Tabla 86.</b> Gama de mantenimiento de la Hidro Lavadora. ....	72
<b>Tabla 87.</b> Gama de mantenimiento del Ultrasonido.....	73

## RESUMEN EJECUTIVO

La empresa SICCPETR S.A. se encuentra localizada en la provincia de Francisco de Orellana, en la ciudad del Coca, esta empresa se dedica a realizar procesos de control de calidad con ensayos no destructivos en el sector petrolero, al realizar una visita técnica en la empresa se constató que carece de un registro de máquinas, inventarios y plan de mantenimiento que no lleva un registro detallado de actividades y esto afecta a la producción de la misma, se vio la necesidad de levantar información de las máquinas y equipos que posee, realizando un mantenimiento preventivo para verificar que fallos más comunes existen.

En el presente proyecto técnico se realizó el dossier de máquinas en donde consta un inventario y fichas técnicas, reflejando la información más relevante y detallada de máquinas y equipos de la empresa. Mediante el análisis estadístico, se determinó que la mayoría de las máquinas se encuentran en un estado óptimo de funcionamiento, además con la matriz AMFE, matriz de criticidad, bitácora y gama de mantenimiento, se determinó, que componentes son los más críticos a sufrir fallos y los más propensos a ser reemplazados, con esta información se implementó un software en donde se llevará un registro de actividades más detalladas de mantenimiento preventivo, más organizado y de fácil manejo.

Por otra parte, como resultado la nota técnica NTP 679 fue de uso fundamental para realizar este proyecto técnico el cual ayudará a evitar paradas emergentes de las máquinas y equipos, a disminuir tiempos de reparación y abaratar costos.

**Palabra clave:** Mantenimiento preventivo, SICCPETR S.A., Nota Técnica NTP 679, AMFE, criticidad.

## ABSTRACT

The company SICCPETR S.A. is located in the province of Francisco de Orellana, in the city of Coca, this company is dedicated to perform quality control processes with non-destructive testing in the oil sector, to make a technical visit in the company was found to lack a record of machines, inventories and maintenance plan that does not keep a detailed record of activities and this affects the production of the same, it was necessary to collect information from the machines and equipment it owns, performing preventive maintenance to verify that most common failures exist.

In this technical project, a dossier of machines was prepared, which includes an inventory and technical data sheets, reflecting the most relevant and detailed information on the company's machines and equipment. Through statistical analysis, it was determined that most of the machines are in an optimal state of operation, also with the FMEA matrix, criticality matrix, logbook and range of maintenance, it was determined, which components are the most critical to failures and the most likely to be replaced, with this information was implemented a software where a record of more detailed activities of preventive maintenance, more organized and easy to use.

On the other hand, as a result, the technical note NTP 679 was of fundamental use to carry out this technical project, which will help to avoid emergent stoppages of machines and equipment, to reduce repair times and to reduce costs.

**Keyword:** Preventive maintenance, SICCPETR S.A., Technical Note NTP 679, AMFE, criticality.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes Investigativos

En [1] trata sobre la importancia de la planificación del mantenimiento en cualquier tipo de empresa para optimizar y mantener la vida útil de la maquinaria y equipos, proporcionando una mejor eficiencia de funcionalidad de estos. En algunos países, cualquier entidad debe certificarse con la Norma INEN 9001 para indicar sus productos o servicios que esta ofrece. El mantenimiento empieza a surgir a partir de los años 30 cuando Henry Ford puso en marcha una empresa destinada a la reparación de equipos de su sistema de producción, con el paso del tiempo las personas han entendido que el mantenimiento es algo indispensable para mejorar y optimizar las maquinas planificando con actividades de prevención y detección de fallas permitiendo asegurar un óptimo proceso de producción para evitar pérdidas en materias primas y paradas de producción.

Con el pasar de los años, los dueños de las empresas han comprendido que el correcto funcionamiento en los procesos de producción va de la mano con un eficiente plan de mantenimiento que les da ganancia a sus organizaciones. Entonces muchas de las empresas invierten parte de sus recursos para renovar el área de mantenimiento contando con un personal calificado que programe actividades de fallas y prevención garantizando un trabajo optimo en los procesos de producción simplificando costos y tiempo [1].

Como se indica en [2] en la actualidad el mantenimiento tiene una importancia relevante en cualquier tipo de proceso productivo, ya que minimiza y optimiza el desarrollo en cuestión. Con esto se debe disminuir fallas y averías en los procesos, haciendo uso de diversos métodos entre los más nombrados tenemos el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y el mantenimiento productivo total (TPM), adicional a esto tenemos el análisis de fallas, este es una herramienta que se utiliza en procesos de manufactura considerándose importante, la matriz AMFE(Análisis de Modo y Efecto de Fallas) es la más conocida y la que más se aplica en estos procesos

contribuyendo ventajas fundamentales para aportar rendimientos y resultados óptimos en fallas y averías para obtener excelentes resultados.

Actualmente existen herramientas que pueden analizar el mantenimiento utilizando enfoques teóricos y prácticos. Cuál es el más adecuado, depende de las condiciones y acciones que se pueden realizar en el área de trabajo y con las personas involucradas y conectadas con la mejora continua del mantenimiento que se plantean, como por ejemplo la producción. La herramienta consiste en recolectar datos como observación directa, entrevistas no estructuradas y la matriz AMFE (Análisis de Modo y Efecto de Fallas) para determinar la gravedad de las fallas y planificar medidas de mitigación para reducir las fallas de los equipos. Para poder realizar correctamente el mantenimiento se definen tareas específicas de las máquinas, así como medidas de orden y limpieza. En este sentido, la importancia de utilizar diferentes métodos para sustentar el mantenimiento radica en la aplicación de la matriz AMFE, o análisis de riesgos que se dividen en métodos comparativos y métodos básicos; El primero se basa principalmente en los conocimientos adquiridos a través de la experiencia, listas de verificación y análisis históricos de accidentes y el segundo son formas estructuradas [2].

De acuerdo al proyecto de tesis realizado en Cartagena de Indias por los autores Palmet Bechara, Jorge Carlos, Vergara Guerra y Laureano José con el tema: “ PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS EQUIPOS DEL TALLER DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS DE LA EMPRESA SERVITEC LTDA” base a la investigación desarrollada en [3] el mantenimiento preventivo se desarrolla directamente con la confiabilidad de las máquinas, cada empresa examina tener un área de mantenimiento directamente con personal capacitado, esta no debe ser individualista de los demás departamentos ya que un mantenimiento depende de la intervención de estos para hacer una solución ágil a los problemas sin afectar su producción.

En el mantenimiento preventivo es aquel que no tiene que esperar a que las maquinas no se puedan reparar, pero si se puedan programar actividades con el tiempo necesario antes de que la falla ocurra, esto se puede lograr conociendo las características técnicas de la máquina a través de los registros mensuales [4].

Considerando que la empresa SICPETR S.A. realiza trabajos de control e inspección de herramientas para el sector petrolero mediante ensayos no destructivos, para lo que se requiere máquinas para el desarrollo de las inspecciones, el desgaste que soportan estas máquinas y herramientas son notables ya que la empresa tiene en cuenta durante todo el proceso. El objetivo de un mantenimiento preventivo es encontrar y corregir estas fallas mediante el apoyo de un software para obtener un buen manejo de información respecto a tareas y registros de las actividades [5].

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivos General**

- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de control e inspección de calidad de la empresa SICCPETR S.A. de la ciudad del Coca.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el estado actual de las máquinas de ensayos no destructivos para elaborar el Plan de Mantenimiento.

Mediante una investigación en la base de la empresa SICCPETR S.A. de la ciudad del Coca, se observó y se analizó el estado actual de las máquinas de control e inspección para observar las fallas más comunes de estas y analizar la disponibilidad de estas.

- Realizar el análisis de fallos mediante la matriz AMFE y la matriz de criticidad para verificar que elementos mecánicos son los más críticos.

En este objetivo se utilizará la Nota Técnica de prevención NTP 679, mediante esta se conocerá el proceso para realizar la matriz AMFE para identificar las fallas, para la matriz de criticidad se utilizarán factores de ponderación.

- Elaborar un software específico para llevar un registro más detallado de las actividades de mantenimiento de las máquinas.

Se desarrollará las actividades de mantenimiento en Microsoft Excel y posteriormente se implementará un paquete específico en mutuo acuerdo con la empresa para que esta pueda hacer uso por efectos de políticas de confidencialidad, uso y manejo de datos obtenido en la misma.



## 1.3 Fundamentación teórica

### 1.3.1 Mantenimiento

Según [6], el mantenimiento son aquellas actividades que son ejecutadas en orden lógico, con el objetivo de mantener las condiciones de funcionamiento en óptimas condiciones, seguros, eficientes y económicos las maquinas físicas de las empresas. Entonces, las actividades para llevar a cabo un mantenimiento pueden aplicarse sobre equipos, maquinas, instalaciones móviles y físicas etc. con el fin de llevar acciones de solución a problemas a corto y largo plazo para evitar paros en procesos de producción en la empresa.

### 1.3.2 Tipos de mantenimiento

Para el mantenimiento industrial existen varios tipos que ayudan a identificar cual es el más adecuado para corregir fallos, no solamente actúan de esta manera sino tratan de actuar antes de la aparición de estos. Para el estudio de cada uno se menciona a continuación:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Predictivo
- Mantenimiento Productivo Total

#### 1.3.2.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se caracteriza por llevar una serie de actividades detalladas dentro de periodos definidos, el objetivo de este tipo de mantenimiento es garantizar el correcto y optimo funcionamiento de las máquinas para obtener como resultado una eficiencia en la funcionalidad de los procesos tales como inspecciones regulares, reparaciones, pruebas etc., orientadas a reducir fallos del sistema [6].

Las principales características de un mantenimiento preventivo son:

- **Disponibilidad:** capacidad de que la máquina esté operativa cuando sea necesario.
- **Incrementar:** máximo rendimiento y confiabilidad de la maquina o equipo.
- **Confiabilidad:** probabilidad de que la maquina funciones cuando el operario lo necesite [6].

En el mantenimiento preventivo existen categorías, a continuación, se mencionan las siguientes:

- **Cubrimiento:** supervisar el porcentaje de máquinas más críticas, para ello se ha desarrollado un programa.
- **Ejecución:** porcentaje de procedimientos de mantenimiento completados según el programa
- **Trabajos generados por las repeticiones:** número de actividades de mantenimiento que fueron solicitadas [6].

En la figura 1, se puede observar los aspectos que se deben tomar en cuenta para un buen mantenimiento preventivo.



**Figura 1.** Implementación del mantenimiento preventivo [6].

A continuación, se detallan las fases para la aplicación de un mantenimiento preventivo:

- **Planificación:** verificación de actividades, personal, equipos y herramientas que se utilizaran.
- **Programación:** se determina el lugar, la hora y las actividades que se planificaron.
- **Ejecución:** ejecución del trabajo previamente definido.
- **Control:** revisión y verificación del trabajo realizado [6].

## Ventajas y desventajas de un plan de mantenimiento preventivo

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas de un mantenimiento preventivo [6].

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Aumenta la vida útil de las máquinas, equipos, componentes e instalaciones.	Todo programa que se inicia genera un incremento en los costos.
Se disminuyen o se reducen, los niveles de inventarios de repuestos.	Tiempo para transferir a información recolectada.
Hay un ahorro económico a largo y mediano plazo.	Técnicos de mantenimiento, trabajo de campo adicional. Taxonomía de los equipos. Materiales utilizados, tiempos, etc.
Se documentan procedimientos, instructivos. Se mantiene actualizada la información.	Se elevan costos, por entrenamientos, capacitaciones para el personal.
Se aumenta el cumplimiento de la entrega oportuna de producción.	

### 1.3.2.2 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo es el más utilizado a nivel industrial, este se aplica cuando la maquina deja de operar porque presento alguna avería, su principal objetivo es volver a poner en servicio reduciendo un mayor impacto en su productividad. Usualmente, un componente de la máquina se reemplaza o se repara lo más rápido posible, el error de la mayoría de las empresas es no poder determinar justo a tiempo la falla de la máquina, esto es muy importante para así poder tomar las medidas necesarias y predecir fallos a futuro [6].

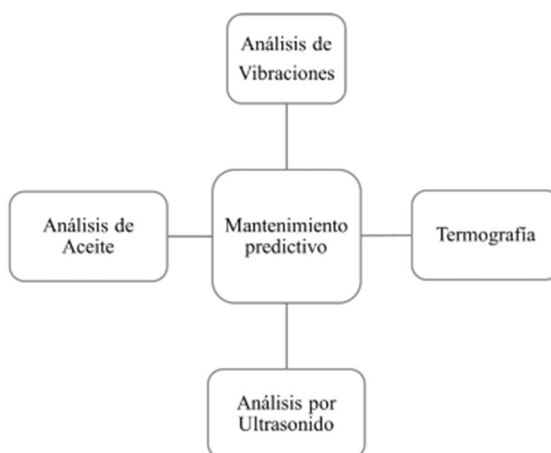
En la tabla 2, se muestra las dos clases o dos tipos de mantenimiento correctivo:

**Tabla 2.** Clases de mantenimiento correctivo [6].

El mantenimiento correctivo no programado	El mantenimiento correctivo programado o planificado
Se activa, cuando aparece la falla en el equipo o máquina, generando la respectiva parada, de manera que se debe quitar lo averiado y reponer el componente, ya sea nuevo o usado.	Se realiza cuando se detecta que algún componente de una maquina está próximo a fallar, por lo tanto, se programa el mantenimiento para corregir esta posible falla.

### 1.3.2.3 Mantenimiento Predictivo

Según [6], el mantenimiento predictivo es el desgaste o estado en el que se encuentra la máquina, en este tipo de mantenimiento hay que tener en cuenta el seguimiento y monitoreo que se le da a los equipos o a una instalación. Este también puede verse como un método para predecir fallas a futuro en los componentes para que este pueda ser reemplazado basándose en un plan inmediatamente antes de su falla. Esto reduce el tiempo de inactividad de la máquina y extiende la vida útil del componente. El objetivo de este es detectar algo irregular y programar una intervención de un componente, máquina, pieza etc., para anticiparse a paros en la producción y aumentar la vida útil de maquinaria.



**Figura 2.** Aplicaciones predictivas más comunes [6].

### 1.3.2.4 Mantenimiento Productivo Total

En el TPM (Mantenimiento Productivo Total), los propios usuarios realizan pequeñas tareas de mantenimiento, aquí se mencionan algunos ejemplos; ajustes, inspecciones, cambio de pequeñas piezas etc., en donde el jefe de mantenimiento puede acceder de mejor manera a los datos para comprender mejor la causa de las fallas y pueda realizar mejor otras tareas de manera óptima [6].

**T:** La totalidad del personal es responsable de las tareas, no solo del área de mantenimiento.

**P:** Actividades enfocadas a mejorar la productividad y eficiencia.

**M:** El área de las instalaciones deben mantenerse en un buen estado.

El objetivo de este mantenimiento es colocar a todos miembros en una tarea específica ejecutando un programa de mantenimiento preventivo, para maximizar la efectividad en los equipos y alargar la vida útil de estos [6].

### **1.3.3 Objetivos de un mantenimiento**

- Reducir, evitar y reparar fallos sobre equipos y máquinas.
- Reducir la gravedad de los defectos que no se pueden evitar.
- Prevenir detenciones o paradas innecesarias de las máquinas.
- Prevenir accidentes y aumentar la seguridad de las personas.
- Mantener los recursos de producción en condiciones seguras y predefinidas.
- Reducir costos y paros de maquinaria.
- Lograr o ampliar la vida útil de las máquinas de la empresa [6].

### **1.3.4 Plan de mantenimiento**

Como se indica en [7], un plan de mantenimiento debe estar bien estructurado en base a la combinación de políticas, coordinando para obtener el uso adecuado de recursos y tiempos. Es ideal determinar acciones preventivas y correctivas para la planta estos detalles deben estar específicos por el fabricante. Influyen diferentes factores en la elección de políticas de mantenimiento, es necesario hacer un procedimiento sistemático para definir cuál es el mejor programa de mantenimiento por cada periodo de tiempo.

### **1.3.5 Inventario de Máquinas**

Se define como inventario a los materiales o equipos disponibles en una empresa que ofrecen información detallada, los mismos que deben estar organizados y codificados. Para un mejor registro de un inventario existen métodos para agruparlos por familia, instalaciones o líneas de producción. Un criterio a considerar es la importancia de asignar prioridades y niveles de mantenimiento a los diferentes equipos. De esta forma se podrá definir las cantidades de repuestos y consumibles que necesitas tener en stock [8].

### **1.3.6 Ficha Técnica**

Una ficha técnica es un documento sé que se utiliza para la revisión de maquinaria e instalaciones, el contenido de cada una de estas fichas debe estar adaptadas a cada máquina, puntos de control y datos que se desee obtener. Así es como funcionan estas

guías para realizar seguimientos de mantenimiento e inspecciones adecuadas para obtener los resultados requeridos [9].

- La importancia de una ficha técnica no es solo realizar revisiones, también:
- Previene las paradas no planificadas de máquinas por fallas.
- Minimizar la gravedad del fallo.
- Garantizan que la máquina esté en buenas condiciones.
- Prolongan el tiempo de vida útil de la máquina [9].

Con todo esto, una ficha técnica de mantenimiento es importante ya que permite ahorrar costos y alarga la vida útil de las máquinas [9].

**Tabla 3.** Ficha Técnica.

	<b>FICHA TÉCNICA</b>			FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
	SICCPETR S. A			
	ÁREA DE MANTENIMIENTO			
<b>Fecha:</b>			<b>Ficha No</b>	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>				
	Nombre de la máquina:		Modelo	Código
	Año de fabricación:	Potencia	Fabricante:	Peso
	Equipo		Dimensiones:	
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:
	Función Principal			
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro	Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta	

### 1.3.7 Matriz AMFE

Esta herramienta permite asegurar la calidad de un producto o proceso mediante un análisis metódico, se busca obtener un máximo control sobre los procesos mediante una herramienta que permite identificar fallos, reduciendo el tiempo y costo del desarrollo del producto logrando la satisfacción del cliente [10].

Las principales características de la matriz AMFE son:

- Garantiza que las máquinas se mantengan en óptimas condiciones.
- Se aplica en varios ámbitos de las empresas.

- Identifica y actúa las causas de los fallos en etapas de diseño o proceso [10].

### **1.3.7.1 Nota Técnica de Prevención 679**

Según [11], la matriz AMFE es un método básico de análisis de modo de fallo, la norma técnica de prevención es importante para analizar y corregir las causas de efectos de fallas de máquinas. El objetivo de la matriz AMFE consiste en organizar el estudio de las actividades, identificar riesgos, combatir problemas y elaborar planes de actuación para prevenir fallos y simplificar los riesgos laborales.

### **13.3.7.2 Términos fundamentales de la matriz AMFE**

Para entender mejor este estudio es necesario comprender los siguientes términos que se mencionan a continuación:

- **Detectabilidad**

Si en un proceso se produce un fallo es necesario tratar de investigar cual es el probable defecto, para posteriormente evitar problemas y llegar afectar al cliente. Es importante detectar el fallo lo más rápido posible para evitar consecuencias del mismo [11].

- **Frecuencia**

La frecuencia mide las veces que se repite un fallo determinado, a esto se lo llama probabilidad de aparición de fallo [11].

- **Gravedad**

Mide el daño frecuentemente verificando cual es el error en cuestión tal como percibe el cliente. Vale la pena considerar el daño esperado ya que también está relacionado con la probabilidad de que ocurra [11].

- **Índice de prioridad**

El índice de prioridad AMFE es un factor de detectabilidad, en términos generales viene dada por la ecuación, producto de la frecuencia por la gravedad y por la detectabilidad, esto prioriza la urgencia de una intervención, tal como el orden de las acciones correctas. A continuación, se muestra la ecuación [11]:

$$IPR (\text{Índice de Prioridad de Riesgo}) = D * g * F \quad Ec. (1)$$

Es necesario disponer de toda la información posible de los fallos para identificar qué grado de gravedad este cada caso. Mediante un análisis se puede conocer el nivel de consecuencias que puede producir, hay que tener en cuenta que valoración numérica tiene, si el valor aumenta conforme aumenta la satisfacción del cliente o existe efectos secundarios en los costes. Normalmente los rangos de los índices de gravedad van enumerados del 1 al 10 dependiendo de las consideraciones de cada empresa, en algunos casos solo se manejan rangos del 1 al 5 [12]. En la tabla 4 se muestra la valoración:

**Tabla 4.** Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente [12].

Gravedad	Criterio	Valor
Muy baja Repercusiones Imperceptibles	No se espera que este fallo de baja importancia produzca algún efecto real sobre el objeto de estudio.	1
Baja Repercusiones irrelevantes que son apenas imperceptibles	Si existe fallo ocasionaría un ligero inconveniente para el cliente. Es posible que se note un pequeño deterioro de su rendimiento sin ser de mayor importancia. Se puede remediar.	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	Existe un deterioro observable en el rendimiento del sistema, por lo que puede causar insatisfacción en el cliente.	4-6
Alta	El fallo puede llegar a ser crítico e inutilizar el sistema. Con ello el cliente tendrá un mayor grado de insatisfacción.	7-8
Muy alta	Fallo potencial muy crítico que produzca afectación en la seguridad del producto o proceso. Si el caso es muy grave se le puntuara con un valor.	9-10

La probabilidad que se tiende a cambiar la frecuencia de fallo es mediante un cambio del diseño del producto con mejoras continuas en los sistemas de control o prevención que son los responsables de impedir que se produzcan fallos o problemas, en la tabla 5 se detalla la valoración de frecuencia de fallo [12]:



**Tabla 5.** Frecuencia de ocurrencia de modo de fallo [12].

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idéntico. Tampoco se ha dado antes en el pasado, pero se considera que puede ocurrir.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Se puede esperar en la vida del sistema, aunque es poco probable que ocurra.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previstos al actual. Existe la posibilidad de que aparezcan durante la vida del sistema.	4-6
Alta	El fallo se ha presentado con alguna frecuencia en el pasado en procesos similares o previstos procesos que han fallado.	7-8
Muy alta	El fallo es casi inevitable. Existe gran posibilidad de que fallo se produzca de manera más frecuente.	9-10

En la tabla 6 se determina los criterios de determinación al instante detectar una falla:

**Tabla 6.** Clasificación de detección de falla [12].

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy alta	El defecto es evidente	1
Alta	El defecto es evidente y aunque se pueda detectar fácilmente, podría no ser distinguido en primera instancia.	2-3
Mediana	Defecto detectable, aunque posiblemente no llegue al cliente.	4-6
Pequeña	Es difícil detectar el defecto con procedimientos normales.	7-8
Improbable	Defecto no puede detectarse, pero el cliente posiblemente lo percibirá.	9-10

### 1.3.8 Matriz de Criticidad

La matriz de criticidad es un método sistemático y estructurado de evaluar el riesgo de fallas de las máquinas o equipos de una empresa. Este método se hace uso para clasificar la criticidad de las máquinas entre sí. Es una estrategia específica de mantenimiento proporcional al impacto de falla [13].

Un análisis de criticidad se puede utilizar para:

- Optimizar un inventario
- Optimizar software o programas de mantenimiento
- Optimizar recursos y capital.

La criticidad de los equipos es un valor numérico que maneja una empresa para asignar a sus equipos o máquinas en base a sus propios criterios. Este valor se puede expresar matemáticamente como el producto de la tasa de falla por secuencias [13].

$$CRT = FF * C \quad Ec(2)$$

**Donde:**

*CRT = criticidad*

*FF = frecuencia de falla*

*C = consecuencia*

La ecuación para obtener el valor de la consecuencia se deduce mediante la expresión matemática:

$$C = (IO * F) + CM + SHA \quad Ec(3)$$

**Donde:**

*IO = Impacto Operacional*

*F = Flexibilidad Operacional*

*CM = Costo de mantenimiento*

*SHA = Impacto de Seguridad, higiene y Ambiente.*

### **Factores de ponderación a ser evaluados en la teoría de riesgo**

En la tabla 6, se describe la escala de valorización de frecuencia de falla, mediante estos valores sabremos el número de fallos que se dan en tiempos de calendario total que ha transcurrido. El objetivo de esta tabla es saber con qué frecuencia hay que programar las actividades de mantenimiento preventivo que se dan anualmente [13].

**Tabla 7.** Frecuencia de fallo [13].

Frecuencia de Fallas (FF)	
Factor mayor a 4 fallos por año	4
Media de 2-4 fallos por año	3
Aceptable de 1-2 fallos por año	2
Optimo menores de 1 fallo por año	1

En la Tabla 8 se muestran los valores de ponderación para evaluar el impacto operativo de maquinaria o equipo. Estos se dan según la gravedad de los errores que pueden ocurrir en momentos inesperados.

**Tabla 8.** Impacto operacional [13].

Impacto Operacional (IO)	
Detenerse inmediatamente la máquina	10
Estancamiento parcial de la máquina y el efecto sobre otros complejos	6
Impacto en la productividad o la calidad	4
Afectan la disponibilidad de la máquina o equipo	2
No hay gran impacto en el trabajo y en la producción	1

La flexibilidad operacional se centra en la disponibilidad de unidades de repuestos que pueden ser reemplazadas o reparadas en caso de falla de una máquina o equipo. A continuación, se describe en la tabla 9.

**Tabla 9.** Flexibilidad operacional [13].

Flexibilidad Operacional (F)	
No hay unidades de producción, tiempo de trabajo y tiempo de stock	4
Hay unidades de reserva compartido	2
Existe unidades de repuesto disponible	1

En la Tabla 9 se muestran los valores ponderados de los costos de mantenimiento, ya que se debe tener en cuenta el costo de mano de obra y repuestos utilizados en la reparación de la máquina o equipo.

**Tabla 10.** Costos de mantenimiento [13].

Costos de Mantenimiento (CM)	
Mayor o igual al valor representativo (materiales, mano de obra, etc.), $\geq 600$ dólares	2
Menor al valor representativo (materiales, mano de obra, etc.), $< 600$ dólares	1

Una vez establecidos todos los factores ponderados, se determinará la frecuencia de las fallas y su impacto, y se realizará un análisis de gravedad. En este momento, se elegirá estrategias adecuadas para reducir todo tipo de riesgos que provocan fallas. Según la Figura 3, se evalúa el nivel de importancia de criticidad de cada componente de una máquina o sistema.



**Figura 3.** Nivel de criticidad [13].

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1. Materiales y Recursos**

Para desarrollar este proyecto técnico, es necesario detallar los materiales y recursos que se utilizará para su desarrollo.

##### **2.1.1 Recursos Materiales**

Se refiera al equipo, programas, medios físicos que se van a utilizar para el desarrollo del estudio técnico y análisis de datos.

- Bibliografías
- Computador
- Norma NTP 679
- Documentación técnica de la empresa SICCPETR S.A.
- Software

##### **2.1.2 Recursos Humanos**

Las personas que estarán a cargo de la ejecución del proyecto será el autor y el docente tutor que guiará al estudiante para el desarrollo.

Joselo Alexander Castro Núñez	Estudiante
Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano	Docente Tutor
Ing. Fabian Shunta Zalazar	Gerente SICCPETR S.A.

##### **2.1.3 Recursos Institucionales**

Para el desarrollo y ejecución del proyecto de mantenimiento preventivo se hizo uso de:

- La biblioteca de la FICM (Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica).
- Base de datos de la empresa SICCPETR S.A. ubicada en la ciudad del Coca.
- Biblioteca virtual de la Facultad de Mecánica.

##### **2.1.4 Recursos económicos**

Sustento económico mediante el cual el autor va hacer uso para desarrollar el estudio, estos se detallan a continuación:

**Tabla 11.** Recursos Económicos.

Rubro	Costo unitario (USD\$)	Costo total (USD\$)
Trasporte	\$200	\$200
Materiales varios	\$500	\$500
Internet	\$200	\$200
Copias	\$100	\$100
Viáticos	\$500	\$500
<b>TOTAL</b>		<b>\$1500</b>

## **2.2. Métodos**

### **2.2.1 Tipo de investigación**

#### **2.2.1.1 Investigación Explicativa**

En [14] la investigación explicativa es un proceso que consiste en plantear a un objeto o grupo de personas en determinada situación, para observar las reacciones que mantienen dentro del estudio, mediante esto se establece las causas más comunes de fallos de equipos y máquinas y se obtendrá los fallos más comunes.

Este tipo de investigación se utilizará para comprender y analizar las causas fundamentales de las fallas en los equipos y herramientas para mejorar los procedimientos de mantenimiento, también ayudará a identificar y planificar el rendimiento y confiabilidad de estos.

#### **2.2.1.2 Investigación Descriptiva**

Según [15] la investigación descriptiva se refiere al tipo de pregunta quién cuándo qué cómo y dónde de la investigación, análisis y diseño de datos que se aplica a un tema determinado, este proyecto técnico aplica este tipo de metodología ya que se obtendrá investigación sobre las máquinas y equipos de la empresa SICCPETR S.A. de la ciudad del Coca para analizar el estado actual de las máquinas.

La investigación descriptiva puede ser cualitativa o cuantitativa dependiendo la recolección de información que se obtuvo, la cuantitativa pueden ser tabuladas a lo largo de un tiempo determinado durante la investigación puede ser en forma numérica, como las puntuaciones en una prueba o el número de veces que una persona elija usar un cierto rasgo de un programa o por categorías de información como el patrón de

interacción cuando se utiliza la tecnología en un determinado grupo. La investigación descriptiva consiste en sintetizar los datos recopilados a sí mismo describiendo organizando tabulando y representando todo lo obtenido [15].

#### **2.2.1.3 Investigación de campo**

Se realizó este tipo de investigación en la ciudad del Coca, en la base de la empresa SICCPETR S.A. se recopiló todo tipo de información de máquinas y equipos, la investigación de campo es una de las metodologías más usadas ya que permite la recolección de datos en base a una inspección o búsqueda metódica, fiable válida dentro de comportamientos y situaciones que pueden ser analizadas, según el lugar el número de observadores y los medios usados [16].

#### **2.2.1.4 Investigación bibliográfica**

En [17] es un proceso mediante el cual recopilamos información mediante artículos científicos, libros buscando conceptos con el propósito de obtener un discernimiento sistematizado. El objetivo es revisar y analizar la información relacionada con las metodologías, tecnologías, conocimientos teóricos para mejorar las estrategias de mantenimiento.

### 2.2.2 Diagrama de flujo para el plan de mantenimiento

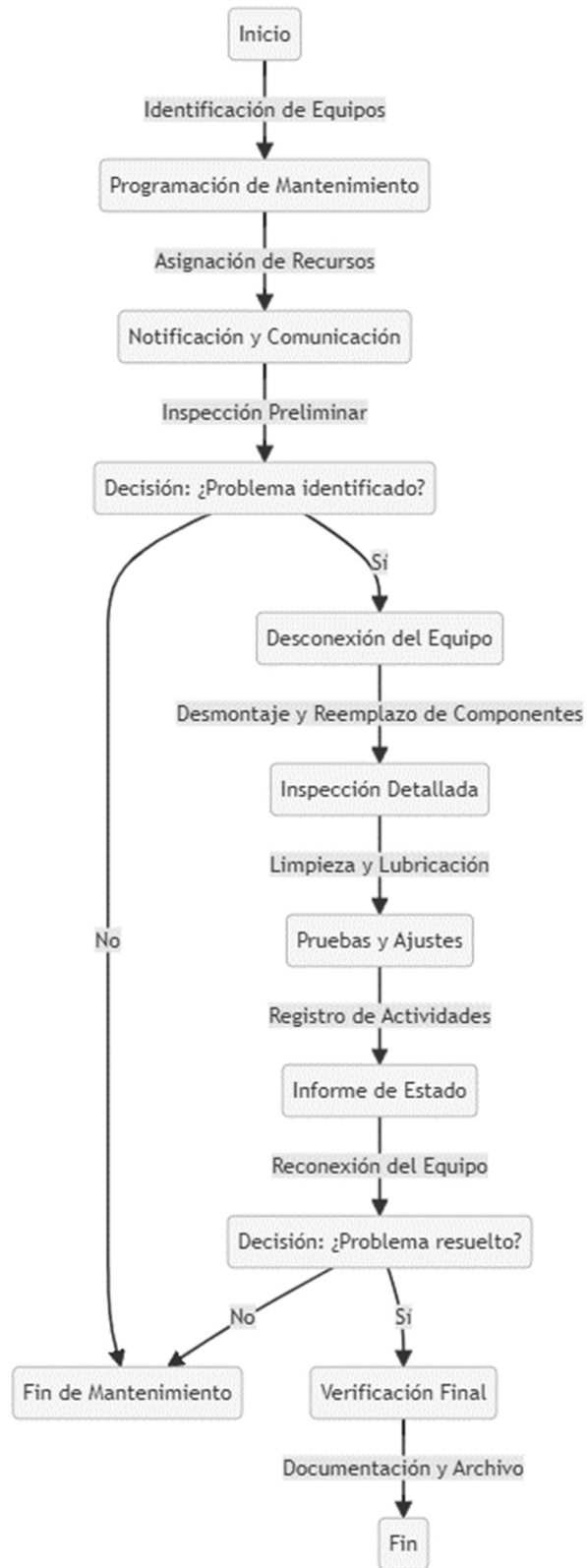


Figura 4. Diagrama de flujo.



## **CAPITULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Descripción de la empresa**

La empresa SICCPETR S.A. fundada el 4 de abril del 2016, ubicada en la provincia de Francisco de Orellana en la ciudad del Coca, cuenta con 7 años prestando servicios de inspección y control de calidad mediante ensayos no destructivos enfocada en el sector petrolero, cuenta con los siguientes servicios [18]:

- Pruebas de partículas magnéticas.
- Pruebas de ultrasonido.
- Pruebas visuales y óptimas.

##### **3.1.1 Políticas de calidad de la empresa**

La empresa brinda servicios de inspección y control de calidad establece políticas como:

- Implementa y mantiene sistemas de gestión de calidad aplicando normas ISO 9001 e ISO 17020 versión vigente [18].
- Mejora su sistema de calidad capacitando constantemente al personal y promoviendo el desarrollo para lograr sus objetivos [18].
- Obtiene la satisfacción de los clientes asegurando la continuidad y crecimiento sosteniendo los servicios [18].

#### **3.2 Inventario de máquinas**

A continuación, se va a mencionar las máquinas que maneja la empresa con el objetivo de obtener un listado en donde se va a detallar su código, abreviatura, nombre, modelo, fabricante y serie.

##### **3.2.1 Codificación**

La codificación de máquinas es una operación que sirve para asignar valores, símbolos con el propósito de identificar las máquinas, la empresa maneja el siguiente tipo de codificación.

**Tabla 12.** Estructura de codificación.

<b>SCC</b>	-	<b>01</b>
Nombre de la empresa		Número de máquina

Para el inventario de máquinas se tomó en cuenta los equipos y herramientas que son más propensos a fallos, ya que la empresa maneja un sin número de herramientas para realizar los trabajos de inspección y control. El inventario de máquinas de la empresa queda constituido de la siguiente manera:

**Tabla 13.** Inventario de máquinas de la empresa SICCPETR S.A.

								
<b>INVENTARIO DE MÁQUINAS</b>								
No	EQUIPO	CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO O HERRAMIENTA	FABRICANTE	MODÉLO	SERIE	ESTADO	CANTIDAD
	HERRAMIENTA							
1	HERRAMIENTA	SCC 017	PULIDORA GRANDE DISCO 7" 1/16" X 7/8"	DEWALK	DWE491-B3	SCC 017	OPERATIVA	3
2	HERRAMIENTA	SCC 020	PULIDORA PEQUEÑA DISCO 4 1/2" X 7/8"	DEWALK	DWE491-B3	SCC 020	OPERATIVA	2
3	HERRAMIENTA	SCC-021	MOTOR TOOL 1 1/2"	DEWALK	DW888	956490	OPERATIVA	2
4	HERRAMIENTA	SCC-025	TALADRO DE POTENCIA	BOSCH	GBM 23-2	501000031	OPERATIVA	2
5	EQUIPO	SCC-033	AC YOKE	ELCTRO-SPECT TESTING SYSTEMS.ING	ES-X	12978	OPERATIVA	2
6	HERRAMIENTA	SCC-073	SOPLADORA PSM-420	PORTEN	PSM-420	SCC-073	OPERATIVA	1
7	HERRAMIENTA	SCC-074	COMPRESOR	TRUPER	COMP-240LH	SCC-074	OPERATIVA	1
8	HERRAMIENTA	SCC-075	GENERADOR 120V-220V	COLEMAN	YBSXS.3052H T	SCC-075	OPERATIVA	1
9	HERRAMIENTA	SCC-076	SOLDADORA	MADE IN AMBATO	ARTESANAL	SCC-076	OPERATIVA	1
10	EQUIPO	SCC-241	ULTRAVIOLET LIGHT METER	MAGNAFLUX	130165102	1313285	OPERATIVA	1
11	HERRAMIENTA	SCC-270	HIDROLAVADORA	BLACK DECKER	BW13-B3		OPERATIVA	1
12	EQUIPO	SCC-322	ULTRASONITHICKNESS	OLYMPUS	130165106	SCC322	OPERATIVA	2
<b>TOTAL DE MÁQUINAS</b>							<b>19</b>	

De acuerdo a la disponibilidad de tiempo y de recursos adicionalmente por especificaciones técnicas de la empresa se va realizar el estudio de mantenimiento de las siguientes máquinas aplicando la formula:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q} \quad Ec(4)$$

**Donde:**

*N*: número total de población

$Z_a^2 = 1.96^2$  (seguridad del 95%)

*p* = proporción esperada

$q = 1 - p$

*d* = precisión(10%)

Se tomó en cuenta que existen máquinas repetidas que en total suman 19, sin embargo, el número total de máquinas que no se repiten son 12 por lo que vamos a tomar en cuenta ese valor por (N), a continuación:


$$n = \frac{12 * 1.96^2 * 0.95 * 0.05}{0.1^2 * (12 - 1) + 1.96^2 * 0.05}$$

$$n = 7.248$$

$$n \approx 7$$

El número de máquinas que se van a tomar en cuenta para el desarrollo del proyecto se mencionan en la tabla siguiente:

**Tabla 14.** Listado de máquinas para el plan de mantenimiento.

							
<b>INVENTARIO DE MÁQUINAS</b>							
N°	EQUIPO	CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO O HERRAMIENTA	FABRICANTE	MODÉLO	SERIE	CANTIDAD
	HERRAMIENTA						
1	HERRAMIENTA	SCC-017	PULIDORA GRANDE DISCO 7" 1/16" X 7/8"	DEWALT	DWP849-B3	SCC-017	1
2	HERRAMIENTA	SCC-021	MOTOR TOOL 1 1/2"	DEWALT	DW888	956490	1
3	HERRAMIENTA	SCC-025	TALADRO DE POTENCIA	BOSCH	GBM 23-2	501000031	1
4	HERRAMIENTA	SCC-074	COMPRESOR	TRUPER	COMP-240LH	SCC-074	1
5	HERRAMIENTA	SCC-076	SOLDADORA	TRUPER	SOT-250A	SCC-076	1
6	HERRAMIENTA	SCC-270	HIDROLAVADORA	BLACK DECKER	BW13-B3	SCC-270	1
7	EQUIPO	SCC-322	ULTRASONITHICKNESS	OLYMPUS	130165106	SCC-322	1
<b>TOTAL DE MÁQUINAS</b>							<b>7</b>

### 3.2.2 Fichas técnicas de las máquinas

**Tabla 15.** Ficha Técnica de la Pulidora grande disco 7".

		<b>FICHA TÉCNICA</b>				
		SICCPETR S.A.				
		AREA DE MANTENIMIENTO				
<b>Fecha:</b>	1/12/2023			<b>Ficha N °</b>	1	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
	Nombre de la maquina:		Modelo	Código		
	Pulidora grande disco 7"		DWP849-B3	SCC-017		
	Año de fabricación:	Potencia	Fabricante:	Peso		
	2016	1250 W	DEWALT	3 kg		
	Equipo			Dimensiones:		
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:		
		X	135 mm	180 mm		
	Función Principal					
	Cortar y devastar cualquier tipo de material dependiendo del disco.					
	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro		Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta		

**Tabla 16.** Ficha Técnica del Motor Tool 1 1/2".

		<b>FICHA TÉCNICA</b>				
		SICCPETR S.A.				
		AREA DE MANTENIMIENTO				
<b>Fecha:</b>	1/12/2023			<b>Ficha N °</b>	2	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
	Nombre de la maquina:		Modelo	Código		
	Motor Tool		DR290-1	SCC-021		
	Año de fabricación:	Potencia	Fabricante:	Peso		
	2016	35 W	DREMEL	0,31 kg		
	Equipo			Dimensiones:		
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:		
		X	170 mm	33 mm		
	Función Principal					
	Tallar, grabar, limpiar, pulir y cortar todo tipo de materiales.					
	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro		Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta		

**Tabla 17.** Ficha Técnica del Taladro de Potencia.

		<b>FICHA TÉCNICA</b>				
		SICCPETR S.A.				
		AREA DE MANTENIMIENTO				
<b>Fecha:</b>	1/12/2023			<b>Ficha N °</b>	3	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
	Nombre de la maquina:		Modelo	Código		
	Taladro de potencia		GBM23-2	SCC-025		
	Año de fabricación:	Potencia	Fabricante:	Peso		
	2017	1150 W	BOSCH	4.8 kg		
	Equipo			Dimensiones:		
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:		
		X	320 mm	120 mm		
	Función Principal					
	Perforar un agujero debido al movimiento de rotación.					
	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro		Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta		




**Tabla 18.** Ficha Técnica del Compresor.

		<b>FICHA TÉCNICA</b>				
		SICCPETR S.A.				
		AREA DE MANTENIMIENTO				
<b>Fecha:</b>	1/12/2023			<b>Ficha N °</b>	4	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
	Nombre de la maquina:		Modelo	Código		
	Compresor		COMP-240LH	SCC-074		
	Año de fabricación:	Presión Max.	Fabricante:	Peso		
	2016	800 kPa	TRUPER	115 kg		
	Equipo			Dimensiones:		
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:		
		X	120 cm	100 cm		
	Función Principal					
	Aumentar la presión de ciertos fluidos como gases y vapores.					
	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro		Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta		

**Tabla 19.** Ficha Técnica de la soldadora.

		<b>FICHA TÉCNICA</b>				
		SICCPETR S.A.				
		AREA DE MANTENIMIENTO				
<b>Fecha:</b>	1/12/2023			<b>Ficha N °</b>	5	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
	Nombre de la maquina:		Modelo	Código		
	Soldadora		SOT-250A	SCC-076		
	Año de fabricación:	Potencia	Fabricante:	Peso		
	2016	1150 W	TRUPER	22 kg		
	Equipo			Dimensiones:		
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:		
		X	38 cm	36 cm		
	Función Principal					
	Fijar materiales gracias a la fundición de estos.					
	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro		Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta		

**Tabla 20.** Ficha Técnica de la Hidro lavadora.

		<b>FICHA TÉCNICA</b>				
		SICCPETR S.A.				
		AREA DE MANTENIMIENTO				
<b>Fecha:</b>	1/12/2023			<b>Ficha N °</b>	6	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
	Nombre de la maquina:		Modelo	Código		
	Hidro lavadora		BW13-B3	SCC-270		
	Año de fabricación:	Potencia	Fabricante:	Peso		
	2020	1200 W	BLACK+DECKER	6.57 kg		
	Equipo			Dimensiones:		
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:		
		X	46 cm	26 cm		
	Función Principal					
	Expulsar agua con gran fuerza para un lavado más eficiente.					
	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro		Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta		

**Tabla 21.** Ficha Técnica del Ultrasonido.

		<b>FICHA TÉCNICA</b>				
		SICCPETR S.A.				
		AREA DE MANTENIMIENTO				
<b>Fecha:</b>	1/12/2023			<b>Ficha N °</b>	7	
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>						
	Nombre de la maquina:		Modelo	Código		
	Ultrasonido		ACC-ST200	SCC-322		
	Año de fabricación:	-	Fabricante:	Peso		
	2020	-	OLYMPPLUS	220 g		
	Equipo			Dimensiones:		
	Máquina:	Herramienta:	Alto:	Ancho:		
	X		116 mm	64 cm		
	Función Principal					
	Medir el espesor ultrasónico por ondas para determinar el espesor de materiales.					
	Elaborado por:		Revisado por:		Aprobado por:	
Alexander Castro		Ing. Christian Castro		Ing. Fabian Shunta		



### 3.2.3 Matriz de componentes

En este apartado se identifica los componentes con su respectivo sistema y función que cumple.

**Tabla 22.** Matriz de componentes de la Pulidora grande disco 7"

<b>MATRIZ DE COMPONENTES SICCPETR S.A.</b>			
<b>NOMBRE:</b>	Pulidora grande disco	<b>MÁQUINA/HERRAMIENTA:</b>	Herramienta
<b>MODELO:</b>	DWP849-B3	<b>CÓDIGO:</b>	SCC-017
<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	
Mecánico	Motor eléctrico	Transmitir energía eléctrica en energía mecánica.	
	Mecanismo de transmisión	Transmitir energía del motor al disco de pulido.	
	Cojinete	Proporcionar soporte y movimiento suave a los componentes.	
	Engranajes	Ejecutar el movimiento del motor al mecanismo de pulido.	
	Correas de transmisión	Ajustar la velocidad del motor.	
Eléctrico	Interruptor de encendido y apagado	Controlar la conexión y desconexión eléctrica.	
	Cableado	Conducir la electricidad a los diferentes componentes.	
	Fusibles	Proteger la herramienta contra sobrecargas.	
	Controles electrónicos	Regular la velocidad.	
Control	Freno automático	Detiene automáticamente el funcionamiento de la pulidora.	
	Interruptor de seguridad	Desconectar la energía en situaciones de emergencia.	
Refrigeración	Disipadores de calor	Mantener la temperatura adecuada.	
	Ventilador	Enfriar el calor generado durante el funcionamiento.	
	Filtros de polvo	Retener partículas sólidas presentes en el aire.	

**Tabla 23.** Matriz de componentes del Motor Tool

<b>MATRIZ DE COMPONENTES</b>			
<b>SICCPETR S.A.</b>			
<b>NOMBRE:</b>	Motor Tool	<b>MÁQUINA/HERRAMIENTA:</b>	Herramienta
<b>MODELO:</b>	DR290-1	<b>CÓDIGO:</b>	SCC-021
<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	
Mecánico	Portabrocas	Sujetar y asegurar las brocas para su uso.	
	Engranajes	Transmitir potencia del motor según el toque a otras partes.	
Eléctrico	Motor eléctrico	Generar potencia mecánica para impulsar el husillo.	
	Interruptor encendido	Encender el motor para su utilización.	
	Interruptor apagado	Apagar el motor para enfriamiento.	
	Interruptor de velocidad	Controlar la velocidad del motor para diferentes tareas y materiales.	
	Cableado eléctrico	Conducir la electricidad a otros componentes.	
Control	Empuñadura ergonómica	Proporcionar un agarre cómodo.	
	Interruptor de seguridad	Evitar que la herramienta se encienda automáticamente.	
Refrigeración	Ventilador	Refrigerar el motor para evitar sobrecalentamiento.	
Cambio de accesorios	Botón del bloqueo del husillo	Mantener bloqueado para el cambio de herramientas.	
	Botón de liberación rápido del husillo	Permitir el cambio rápido de accesorios y brocas.	

**Tabla 24.** Matriz de componentes de la Hidro Lavadora

<b>MATRIZ DE COMPONENTES</b>			
<b>SICCPETR S.A.</b>			
<b>NOMBRE:</b>	Hidro Lavadora	<b>MÁQUINA/HERRAMIENTA:</b>	Herramienta
<b>MODELO:</b>	BW13-B3	<b>CÓDIGO:</b>	SCC-270
<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	
Potencia y Presión	Motor eléctrico	Proporcionar energía a los demás componentes.	
	Bomba de presión	Aumentar la velocidad del agua.	
	Filtro de entrada	Almacenar impurezas a la entrada del agua.	
	Válvula	Liberar la presión residual de la bomba.	
Control y Accesorios	Interruptores OFF/ON	Encender o apagar el sistema de potencia y presión.	
	Pistola de pulverización	Proporcionar un punto de control para dirigir el flujo de agua.	
	Boquillas	Cambiar la configuración de la boquilla para diferentes tareas.	
	Depósito de detergente	Almacenar detergente para su uso.	
	Filtro de salida	Filtrar impurezas después de pasar por la bomba.	
Agua y Rociado	Bomba de presión	Aumentar la velocidad del agua.	
	Manguera de presión	Conducir el agua de la bomba de presión hasta la pistola de pulverización.	
Estructural	Carcasa o chasis	Proporcionar protección a los sistemas de la máquina.	
Movilidad	Ruedas	Facilitar el transporte de un lado hacia otro.	
	Asa	Permitir la movilidad de la hidro lavadora.	

**Tabla 25.** Matriz de componentes del Taladro de Potencia.

<b>MATRIZ DE COMPONENTES</b>			
<b>SICCPETR S.A.</b>			
<b>NOMBRE:</b>	Taladro de Potencia	<b>MÁQUINA/HERRAMIENTA:</b>	Herramienta
<b>MODELO:</b>	GBM23-2	<b>CÓDIGO:</b>	SCC-025
<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	
Mecánico	Portabrocas	Sujetar y asegurar la broca.	
	Palanca de avance	Controlar la rotación de dirección.	
	Broca	Perforar cualquier tipo de material.	
	Engranajes	Transmitir la energía mecánica a la broca.	
Potencia	Motor eléctrico	Generar potencia mecánica para impulsar el husillo.	
	Interruptores ON/OFF	Apagar el motor para enfriamiento.	
	Interruptor de velocidad	Controlar la velocidad del motor para diferentes tareas y materiales.	
Control	Empuñadura ergonómica	Proporcionar un agarre cómodo.	
	Interruptor de seguridad	Evitar que la herramienta se encienda automáticamente.	
Refrigeración	Ventilador	Refrigerar el motor para evitar sobrecalentamiento.	
Estructural	Mango lateral	Brindar estabilidad y seguridad.	
	Carcasa	Proteger los componentes internos.	

**Tabla 26.** Matriz de componentes del Compresor.

<b>MATRIZ DE COMPONENTES</b>			
<b>SICCPETR S.A.</b>			
<b>NOMBRE:</b>	Compresor	<b>MÁQUINA/HERRAMIENTA:</b>	Herramienta
<b>MODELO:</b>	COMP-240LH	<b>CÓDIGO:</b>	SCC-074
<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	
Compresión y almacenamiento	Cilindro de compresión	Comprimir el aire dentro del tanque.	
	Pistón	Reducir el volumen del aire para comprimirlo.	
	Tanque de almacenamiento	Almacenar el aire comprimido.	
	Válvula de retención	Evitar el paso del aire comprimido al cilindro.	
Potencia Y Control	Motor eléctrico	Generar potencia para comprimir el aire.	
	Interruptores ON/OFF	Encender o apagar el motor.	
	Banda de accionamiento	Generar potencia hacia el motor.	
	Cable eléctrico	Suministrar energía al motor.	
Regulación y distribución	Regulador de presión	Regular la presión de salida del aire.	
	Manómetros	Medir la presión del tanque y de salida.	
	Válvula de salida	Permitir la distribución del aire comprimido.	
	Interruptor de seguridad	Evitar que la herramienta se encienda automáticamente.	
Refrigeración	Enfriador	Controlar la humedad y temperatura establecida.	
Estructural	Estructura	Proteger los componentes.	
	Ruedas	Facilitar el traslado de la máquina.	

**Tabla 27.** Matriz de componentes de la Soldadora.

<b>MATRIZ DE COMPONENTE</b>			
<b>SICCPETR S.A.</b>			
<b>NOMBRE:</b>	SOLDADORA	<b>MÁQUINA/HERRAMIENTA:</b>	Herramienta
<b>MODELO:</b>	SOT-250A	<b>CÓDIGO:</b>	SCC-076
<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	
Soldadura	Electrodo	Fundir y unir dos materiales mediante la soldadura.	
	Antorcha	Sujetar y guiar el electrodo.	
	Cable de conexión	Conectar la soldadora al material de trabajo.	
	Transformador	Regular la corriente eléctrica.	
Potencia y Control	Fuente de alimentación	Suministrar corriente eléctrica a la máquina.	
	Interruptor de corriente	Controlar el encendido y apagado de la energía.	
	Interruptor de amperaje	Ajustar la intensidad de corriente para soldar,	
	Cable de alimentación	Conducir la electricidad desde la fuente de alimentación.	
Seguridad	Protección térmica	Evitar el sobrecalentamiento al soldar.	
	Válvula de apagado de emergencia	Desconectar la energía en situación de emergencia.	
	Fusibles	Proteger la maquina contra cortocircuitos.	
Refrigeración	Ventilador	Evitar el sobrecalentamiento de la máquina.	
Estructural	Carcasa	Proteger las componentes de la soldadora.	
	Ruedas	Facilitar la movilidad a diferentes lugares.	
	Mango de transporte	Facilitar el transporte a diferentes lugares.	

**Tabla 28.** Matriz de componente del Ultrasonico.

<b>MATRIZ DE COMPONENTE</b>			
<b>SICCPETR S.A.</b>			
<b>NOMBRE:</b>	ULTRASONIDO	<b>MÁQUINA/HERRAMIENTA:</b>	Herramienta
<b>MODELO:</b>	OLYMPUS	<b>CÓDIGO:</b>	SCC-283
<b>SISTEMA</b>	<b>COMPONENTE</b>	<b>FUNCIÓN</b>	
Medición ultrasónica	Transductor	Emitir y recibir ondas de ultrasonido para medir el espesor.	
	Acoplamiento	Transmite ondas ultrasónicas del equipo al material.	
	Cable de conexión	Conectar el transductor al equipo.	
	Selector de modos de medición	Permitir seleccionar el tipo de medición.	
	Elemento de calibración	Calibrar el dispositivo para mantener mediciones exactas.	
Visualización	Pantalla LCD	Mostrar los resultados y ondas de las mediciones.	
	Teclas de control	Controlar el equipo.	
Alimentación	Baterías	Almacenar energía al dispositivo.	
	Conector de corriente alterna	Permitir la conexión a la corriente para carga del equipo.	
Estructural	Carcasa	Proteger los elementos del equipo.	
	Conectores	Unir cables de conexión para evaluar las mediciones.	
Transductor y sensores	Cristal piezoeléctrico	Generar ondas ultrasónicas.	
	Cable de conexión del transductor	Conectar el cristal piezoeléctrico al sistema.	
	Receptor de señal ultrasónica	Recibir y procesar los datos de las señales.	

### 3.2.4 Condición de servicios

**Tabla 29.** Condición de servicios de la Pulidora.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Pulidora grande	SCC-017	DEWALT	DWP849-B3
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Potencia: 1250 W			
Velocidad sin carga: 0-600 / 0-3500 RPM			
Diámetro de corte: 7" (178mm)			
Sirve para cortar madera, cerámica y acero.			
Garantía de la herramienta de 1 año.			
Utilizar protección personal (guantes, gafas, protección auditiva).			

**Tabla 30.** Condiciones de servicio del Motor Tool.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Motor Tool	SCC-021	DREMEL	DR290-1
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Potencia nominal: 35 W			
Profundidad: 45 mm			
Carrera por minuto: 6000			
Vibración: 7,7 m/s <sup>2</sup>			
Sirve para lijado, pulido, afilado, tallado, grabado, limpieza o pulido			
Varios ajustes de longitud para un gravado óptimo.			
Punta de carburo la cual permite gravar en varios materiales.			



**Tabla 31.** Condiciones de servicio del Taladro de Potencia.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Taladro de potencia	SCC-025	BOSCH	GBM23-2
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Potencia: 1150 W			
Velocidad de giro: 410/930 rpm			
Tensión: 220 V			
∅ de perforacion en madera: 40/20 mm			
∅ de perforacion en aluminio: 20/13 mm			
∅ de perforacion en acero: 16/8 mm			
Garantía de la herramienta de 1 año.			
Cuña de extracción. Empuñadura adicional.			

**Tabla 32.** Condiciones de servicio del Compresor.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Compresor	SCC-025	BOSCH	GBM23-2
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Capacidad del tanque: 240 L			
Potencia Máxima de arranque: 4 HP (3,000 W)			
Tensión: 220 V			
Velocidad: 3,450 r/min			
Presión Máxima: 800 kPa (116 PSI)			
Tipo: Bifásico			
Arranque automático y manual con 2 manómetros, presión regulable.			
Motor con bobinas de cobre para una mayor durabilidad.			

**Tabla 33.** Condiciones de servicio de la Soldadora.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Soldadora	SCC-076	TRUPER	SOT-250A
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Voltaje de Entrada: 110 V/220			
Alimentación: 220 V.			
Potencia: 7.5 KW / 12 KW			
Capacidad de trabajo a 180A: 25%			
Capacidad de trabajo a 110A: 60%			
Capacidad de trabajo a 100A: 100%			
Tensión: CC y CA			
Adecuada para procesos de soldadura con electrodo revestido SMAW.			

**Tabla 34.** Condiciones de servicio de la Hidro Lavadora.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Hidro Lavadora	SCC-270	Black & Decker	BW13-B3
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Potencia: 1200 W			
Presión: 1450 PSI			
Caudal Máximo: 6.5 L/min			
Bomba: Aluminio			
Temperatura Máxima: 50 °C			
Manguera: 3 metros			
Dimensiones de Empaque: 460 mm x 260 mm x 260 mm			
Dispositivo de conexión rápido incluye filtro de impurezas.			
Fácil almacenamiento de cable y manguera.			

**Tabla 35.** Condiciones de servicio de Medidor de Espesor de Ultrasonido.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>			
<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Medidor de Espesor Ultrasonido	SCC-322	OLYMPUS	ACC-ST200
<b>ESPECIFICACIONES</b>			
Transductor: PT-08			
Batería: AAA (3 pza.)			
Exactitud: $\pm 0,04$ mm			
Velocidad: 1000-9999 m/s			
Dimensión: (64x116x27) mm			
Repetición: 0,03 mm			
Graduación: 0,01 mm			
Certificado de inspección por parte del fabricante			
Póliza de garantía de un año			

### 3.3 Parámetros empleados

#### 3.3.1 Estadístico

Para realizar los datos del estadístico hay que aplicar parámetros que se muestran en las siguientes ecuaciones, estos datos describen que actividades se van a realizar en el mantenimiento.

- **Tiempo medio entre fallos**

$$MTBF = \frac{\Sigma_{TO}}{n} \quad Ec(5)$$

**Donde:**

*TO = Tiempo de operación en horas*

*n = número de datos*

- **Tiempo medio de reparación**

$$MTTR = \frac{\Sigma_{TR}}{n} \quad Ec(6)$$

**Donde:**

*TR = Tiempo de reparación en horas*

*n = número de datos*

- **Tasa de fallos**

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad Ec(7)$$

**Donde:**

*MTBF = Tiempo medio entre fallos sucesivo*

- **Tasa de reparación**

$$\mu = \frac{1}{MTTR} \quad Ec(8)$$

**Donde:**

*MTTR = Tiempo medio de reparación*

- **Disponibilidad**


$$D = \frac{\Sigma_{MTBF}}{\Sigma_{MTBF} + \Sigma_{MTTR}} \quad Ec(9)$$

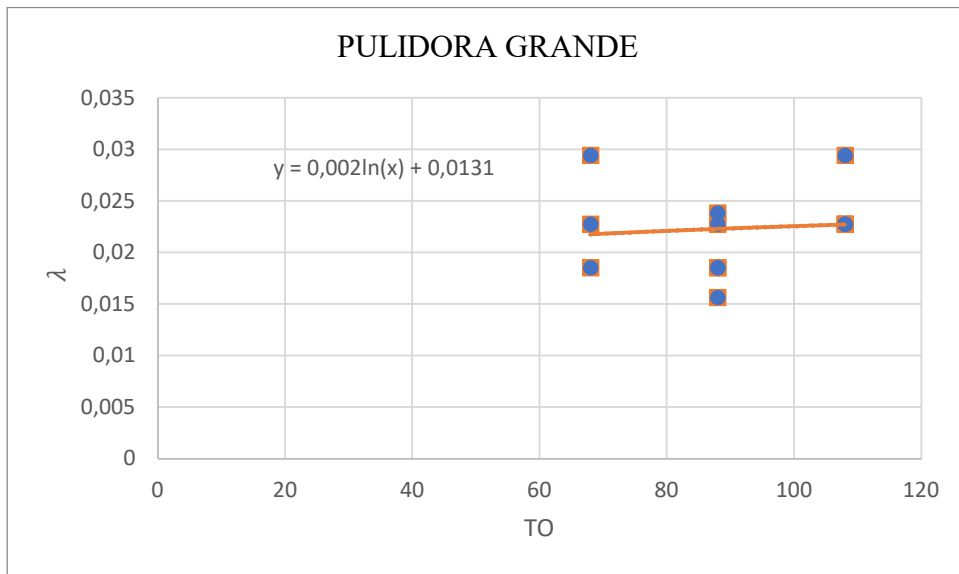
**Donde:**

*MTBF = Tiempo medio entre fallos sucesivos*

*MTTR = Tiempo medio de reparación*

**Tabla 36.** Estadístico de la Pulidora Grande 7"

EQUIPO	PULIDORA GRANDE DISCO 7"		Tiempo de Operación									
MODELO	DWE491-B3		4									
CÓDIGO	SCC 017		AREA DE OPERACIÓN									
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF	MTTR	$\lambda$	$\mu$	D%	
Enero		3/1/2022										
	Limpieza de las superficies externas.	10/1/2022	24	0,2	0,3	0,5	34	0,25	0,029	4	99,270	
	Verificación de las correas desgastadas	24/1/2022	44	0,7	0,2	0,5						
Febrero	Limpieza e inspección del interruptor.	7/2/2022	44	0,8	0,3	0,5	44	0,25	0,023	4	99,435	
	Lubricación de los rodamientos.	21/2/2022	44	0,7	0,2	0,5						
Marzo	Limpieza y lubricación de los engranes.	14/3/2022	64	0,6	0,1	0,5	54	0,2	0,019	5	99,631	
	Reemplazo de las escobillas desgastadas.	28/3/2022	44	0,8	0,3	0,5						
Abril	Limpieza del sistema de ventilación.	4/4/2022	24	0,8	0,3	0,5	34	0,25	0,029	4	99,270	
	Alineación de la pulidora.	18/4/2022	44	0,5	0,2	0,3						
Mayo	Inspección de cables y bobina.	2/5/2022	44	0,5	0,2	0,3	44	0,2	0,023	5	99,548	
	Inspección de sistema de recolección polvo.	16/5/2022	44	0,5	0,2	0,3						
Junio	Limpieza de sistema de recolección polvo.	6/6/2022	64	0,3	0,1	0,2	54	0,1	0,019	10	99,815	
	Verificación de la eficiencia del sistema de enfriamiento.	20/6/2022	44	0,3	0,1	0,2						
Julio	Verificar la alineación del eje,	4/7/2022	44	0,4	0,1	0,3	44	0,1	0,023	10	99,773	
	Inspección de las aberturas de ventilación.	18/7/2022	44	0,4	0,1	0,3						
Agosto	Limpieza de las aberturas de ventilación.	7/8/2022	60	0,6	0,3	0,3	42	0,25	0,024	4	99,408	
	Ajustar el mango de la pulidora.	15/8/2022	24	0,5	0,2	0,3						
Septiembre	Verificar el cable de la alimentación.	5/9/2022	64	0,6	0,1	0,5	64	0,2	0,016	5	99,688	
	Cambiar el cable de la alimentación.	26/9/2022	64	0,5	0,3	0,2						
Octubre	Inspección y cambio de resortes debilitados.	10/10/2022	44	0,8	0,3	0,5	44	0,25	0,023	4	99,435	
	Inspección de la estabilidad y equilibrio de la máquina.	24/10/2022	44	0,4	0,2	0,2						
Noviembre	Inspección de componentes eléctricos averiados.	7/11/2022	44	0,3	0,2	0,1	44	0,15	0,023	6,667	99,660	
	Reemplazo de los componentes averiados.	21/11/2022	44	0,6	0,1	0,5						
Diciembre	Verificar el sistema de protección contra sobrecarga	12/12/2022	64	0,7	0,2	0,5	54	0,2	0,019	5	99,631	
	Limpieza del sistema de protección contra sobrecarga.	26/12/2022	44	1	0,2	0,5						
TOTAL			1112	13,5	4,8	9	556	2,4	0,267	66,67	1194,565	
PROMEDIO			46,333	0,563	0,2	0,375	46,333	0,2	0,02	5,556	99,547	



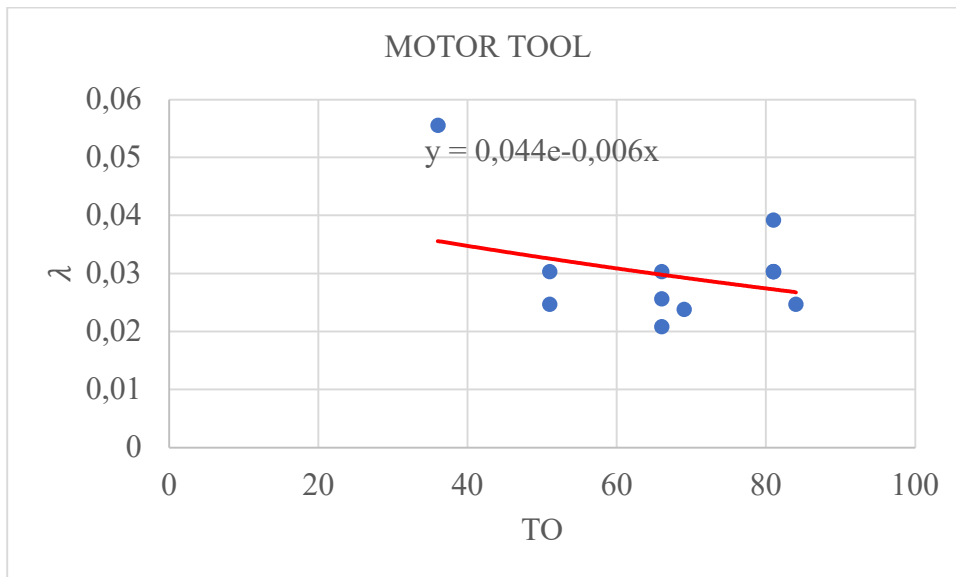
**Figura 5.** Curva de la bañera de la Pulidora Grande.

La representación gráfica (Figura 6), derivada del análisis estadístico de la pulidora grande (Tabla 35), la curva correspondiente a la tendencia es casi paralela al tiempo de operación indica una confiabilidad aceptable según la curva de la bañera. Además, se observa que se mantiene un parámetro de mantenimiento preventivo al encontrarse en las etapas 1 y 2. Esto sugiere que la máquina opera en un estado normal de rendimiento para las actividades previstas, destacando la eficacia del mantenimiento preventivo implementado.

**Tabla 37. Estadístico Motor Tool 1 1/2"**

EQUIPO	MOTOR TOOL 1 1/2"	Tiempo de Operación									
MODELO	DW888	3									
CÓDIGO	SCC 021	AREA DE OPERACIÓN									
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF	MTTR	$\lambda$	$\mu$	D%
Enero		3/1/2022									
	Limpieza de las superficies internas.	10/1/2022	18	0,2	0,2	0,3	18	0,15	0,06	6,667	99,17355
Inspección de elementos de sellado.	17/1/2022	18	0,2	0,1	0,4						
Febrero	Limpieza de polvo y residuos.	8/2/2022	51	0,3	0,1	0,2	42	0,15	0,02	6,667	99,64413
	Verificar desgastes y daños en el motor.	22/2/2022	33	0,1	0,2	0,1					
Marzo	Lubricación de los engranes.	15/3/2022	48	0,1	0,2	0,3	40,5	0,25	0,02	4	99,3865
	Reemplazo de las escobillas desgastadas.	29/3/2022	33	0,1	0,3	0,1					
Abril	Limpieza del sistema de ventilación.	5/4/2022	18	0,3	0,3	0,1	25,5	0,25	0,04	4	99,02913
	Alineación de la pulidora.	19/4/2022	33	0,3	0,2	0,1					
Mayo	Verificar si la velocidad del disco es la recomendada.	3/5/2022	33	0,2	0,5	0,2	33	0,4	0,03	2,5	98,8024
	Inspección de sistema de recolección polvo.	17/5/2022	33	0,5	0,3	0,2					
Junio	Verificar el sistema de protección de la carcasa.	7/6/2022	48	0,2	0,1	0,1	40,5	0,1	0,02	10	99,75369
	Verificación de la eficiencia del sistema de enfriamiento.	21/6/2022	33	0,3	0,1	0,2					
Julio	Verificar la alineación del eje,	5/7/2022	33	0,5	0,2	0,3	33	0,15	0,03	6,667	99,54751
	Inspección de las aberturas de ventilación.	19/7/2022	33	0,2	0,1	0,1					
Agosto	Limpieza de las aberturas de ventilación.	8/8/2022	45	0,3	0,3	0,1	33	0,2	0,03	5	99,39759
	Ajustar el mango de la pulidora.	16/8/2022	21	0,2	0,1	0,3					
Septiembre	Verificar el cable de la alimentación.	6/9/2022	48	2	0,1	0,2	48	0,15	0,02	6,667	99,68847
	Ajustar el mago para mayor comodidad.	27/9/2022	48	0,3	0,2	0,1					
Octubre	Realizar pruebas periódicas de funcionamiento.	11/10/2022	33	0,4	0,2	0,2	33	0,2	0,03	5	99,39759
	Inspección de la estabilidad y equilibrio de la máquina.	25/10/2022	33	0,3	0,2	0,2					
Noviembre	Inspección de componentes eléctricos averiados.	8/11/2022	33	0,2	0,2	0,3	33	0,2	0,03	5	99,39759
	Reemplazo de los componentes averiados.	22/11/2022	33	0,3	0,2	0,1					
Diciembre	Verificar el sistema de protección contra sobrecarga	11/12/2022	42	0,1	0,2	0,3	39	0,25	0,03	4	99,36306
	Limpieza del sistema de protección contra sobrecarga.	27/12/2022	36	0,4	0,3	0,1					
<b>TOTAL</b>			<b>837</b>	<b>8</b>	<b>4,9</b>	<b>4,6</b>	<b>418,5</b>	<b>2,45</b>	<b>0,37</b>	<b>66,17</b>	<b>1192,581</b>
<b>PROMEDIO</b>			<b>34,88</b>	<b>0,333</b>	<b>0,204</b>	<b>0,192</b>	<b>34,875</b>	<b>0,204</b>	<b>0,03</b>	<b>5,514</b>	<b>99,382</b>




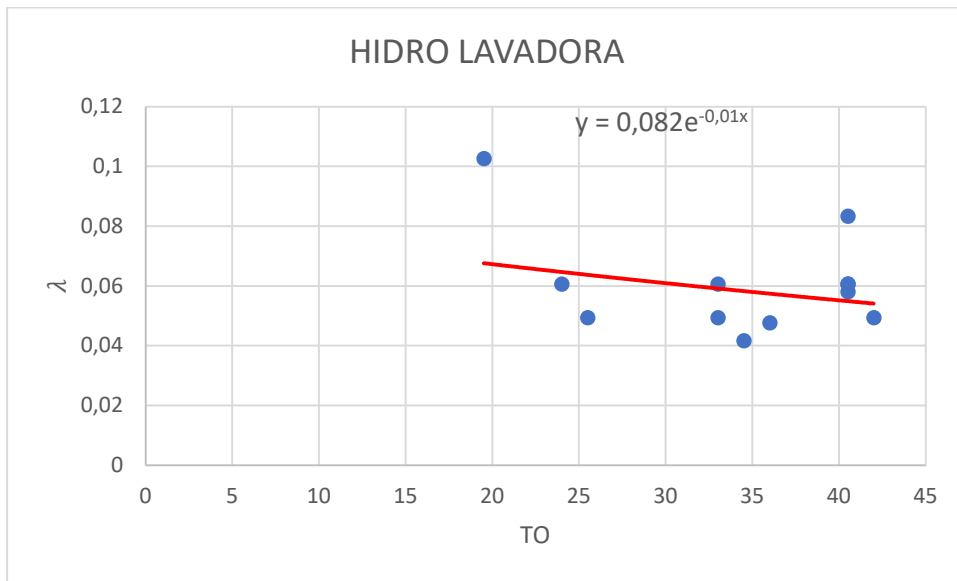


**Figura 6.** Curva de la bañera del Motor Tool.

La representación gráfica (Figura 7), derivada del análisis estadístico del motor tool (Tabla 36), la curva correspondiente a la tendencia es casi paralela al tiempo de operación indica una confiabilidad aceptable según la curva de la bañera. Además, se observa que se mantiene un parámetro de mantenimiento preventivo al encontrarse en las etapas 1 y 2. Esto sugiere que la máquina opera en un estado normal de rendimiento para las actividades previstas, destacando la eficacia del mantenimiento preventivo implementado.

**Tabla 38.** Estadístico de la Hidro Lavadora.


EQUIPO	HIDRO LAVADORA		Tiempo de Operación							 <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>			
MODELO	BW13-B3		1,5										
CÓDIGO	SCC 270		AREA DE OPERACIÓN										
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF	MTTR	$\lambda$	$\mu$	D%		
Enero		3/1/2022											
	Verificar y limpiar los filtros de agua.	10/1/2022	9	0,3	0,2	0,1	9,75	0,15	0,1	6,667	98,48485		
Reemplazar los filtros de agua.	18/1/2022	11	0,3	0,1	0,2								
Febrero	Verificar si hay obstrucción en el sistema de filtrado.	9/2/2022	26	0,4	0,1	0,2	21	0,15	0,05	6,667	99,29078		
	Inspección de boquillas.	23/2/2022	17	0,5	0,2	0,2							
Marzo	Reemplazar las boquillas desgastadas.	16/3/2022	24	0,3	0,2	0,3	20,25	0,2	0,05	5	99,022		
	Verificar el nivel de aceite de la bomba.	30/3/2022	17	0,4	0,2	0,1							
Abril	Cambio del aceite de la bomba.	6/4/2022	9	0,3	0,3	0,1	12	0,2	0,08	5	98,36066		
	Inspección del motor.	19/4/2022	15	0,3	0,1	0,1							
Mayo	Buscar signos de daño o desgaste del motor.	4/5/2022	18	0,4	0,3	0,4	17,25	0,25	0,06	4	98,57143		
	Limpiar los componentes del motor.	18/5/2022	17	0,4	0,2	0,3							
Junio	Lubricación de los componentes del motor.	8/6/2022	24	0,2	0,3	0,2	20,25	0,2	0,05	5	99,022		
	Verificación de la bomba de agua.	22/6/2022	17	0,2	0,1	0,2							
Julio	Cambiar los empaques.	6/7/2022	17	0,5	0,2	0,3	16,5	0,25	0,06	4	98,50746		
	Ajustar la presión de la bomba.	20/7/2022	17	0,4	0,3	0,1							
Agosto	Verificar los filtros de combustible.	9/8/2022	23	0,3	0,2	0,1	16,5	0,2	0,06	5	98,8024		
	Inspeccionar la funcionalidad del paro del sistema.	17/8/2022	11	0,5	0,2	0,2							
Septiembre	Verificar las bujías.	7/9/2022	24	0,4	0,2	0,3	24	0,2	0,04	5	99,17355		
	Cambio de bujías.	28/9/2022	24	0,3	0,2	0,1							
Octubre	Realizar pruebas periódicas de funcionamiento.	12/10/2022	17	0,6	0,3	0,2	16,5	0,25	0,06	4	98,50746		
	Inspección de sistema de enfriamiento del motor.	26/10/2022	17	0,2	0,2	0,1							
Noviembre	Limpiar intercambiadores de calor.	9/11/2022	17	0,3	0,3	0,2	16,5	0,2	0,06	5	98,8024		
	Realizar pruebas de presión.	23/11/2022	17	0,1	0,1	0,1							
Diciembre	Limpiar los filtros de combustible.	12/12/2022	21	0,3	0,2	0,3	20,25	0,25	0,05	4	98,78049		
	Limpiar filtros y mangueras de aspiración.	28/12/2022	20	0,3	0,3	0,2							
TOTAL			421,5	8,2	5	4,6	210,75	2,5	0,72	59,33	1185,325		
PROMEDIO			17,56	0,342	0,208	0,192	17,563	0,2083	0,06	4,944	98,77712		

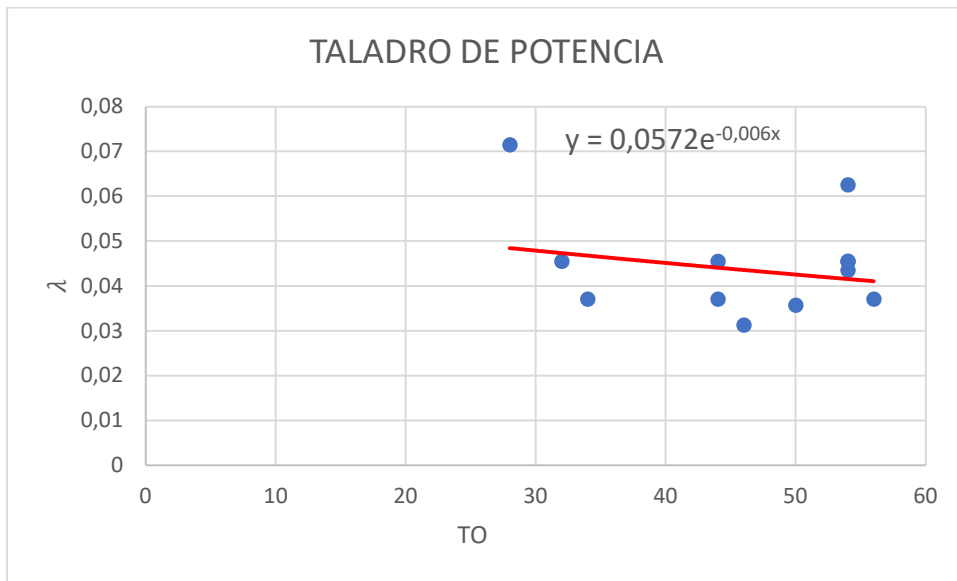


**Figura 7.** Curva de la bañera de la Hidro Lavadora.

La representación gráfica (Figura 8), derivada del análisis estadístico de la hidro lavadora (Tabla 37), la curva correspondiente a la tendencia es casi paralela al tiempo de operación indica una confiabilidad aceptable según la curva de la bañera. Además, se observa que se mantiene un parámetro de mantenimiento preventivo al encontrarse en las etapas 1 y 2. Esto sugiere que la máquina opera en un estado normal de rendimiento para las actividades previstas, destacando la eficacia del mantenimiento preventivo implementado.

**Tabla 39.** Estadístico del Taladro de Potencia


EQUIPO	TALADRO DE POTENCIA	Tiempo de Operación										
MODELO	GBM23-2	2										
CÓDIGO	SCC 025	AREA DE OPERACIÓN										
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF	MTTR	$\lambda$	$\mu$	D%	
Enero		3/1/2022										
	Inspección Visual del taladro.	10/1/2022	12	0,2	0,2	0,1	14	0,15	0,07	6,667	98,940	
	Limpieza de la carcasa externa.	19/1/2022	16	0,3	0,1	0,1						
Febrero	Verificación de la empuñadura.	10/2/2022	34	0,4	0,1	0,2	28	0,15	0,04	6,667	99,467	
		Alineación y ajuste de la empuñadura	24/2/2022	22	0,3	0,2						0,2
Marzo	Lubricación de los puntos de fricción.	17/3/2022	32	0,2	0,2	0,1	27	0,2	0,04	5	99,265	
		Verificación de presión de la porta brocas.	31/3/2022	22	0,4	0,2						0,1
Abril	Limpieza y ajuste de la porta brocas.	7/4/2022	12	0,3	0,3	0,1	16	0,2	0,06	5	98,765	
		Ajuste del apriete de la porta brocas	20/4/2022	20	0,1	0,1						0,1
Mayo	Lubricación del mandril.	5/5/2022	24	0,1	0,3	0,2	23	0,25	0,04	4	98,925	
		Inspección de sistema de recolección polvo.	19/5/2022	22	0,4	0,2						0,3
Junio	Lubricación del portabrocas.	9/6/2022	32	0,2	0,3	0,2	27	0,3	0,04	3,333	98,901	
		Comprobación de la resistencia eléctrica.	23/6/2022	22	0,2	0,3						0,3
Julio	Verificar la alineación del eje,	7/7/2022	22	0,3	0,2	0,3	22	0,25	0,05	4	98,876	
		Inspección del interruptor de inversión de giro	21/7/2022	22	0,2	0,3						0,1
Agosto	Limpieza del interruptor de inversión de giro.	10/8/2022	30	0,3	0,2	0,3	22	0,2	0,05	5	99,099	
		Alineación de la empuñadura.	18/8/2022	14	0,5	0,2						0,2
Septiembre	Verificación del nivel de ruido en el funcionamiento.	8/9/2022	32	0,4	0,2	0,3	32	0,2	0,03	5	99,379	
		Inspección del motor.	29/9/2022	32	0,3	0,2						0,2
Octubre	Verificar la dirección y velocidad de rotación.	12/10/2022	20	0,1	0,3	0,2	22	0,25	0,05	4	98,876	
		Inspección y cambio del resorte del gatillo.	27/10/2022	24	0,2	0,2						0,1
Noviembre	Inspección de componentes eléctricos averiados.	10/11/2022	22	0,5	0,2	0,2	22	0,15	0,05	6,667	99,323	
		Inspección de los contactos eléctricos.	24/11/2022	22	0,1	0,1						0,1
Diciembre	Limpieza de los contactos eléctricos.	13/12/2022	28	0,3	0,3	0,1	27	0,2	0,04	5	99,265	
		Limpieza del sistema de protección contra sobrecarga.	29/12/2022	26	0,3	0,1						0,1
		<b>TOTAL</b>	<b>564</b>	6,6	5	4,2	282	2,5	0,54	60,33	1189,081	
		<b>PROMEDIO</b>	<b>23,5</b>	<b>0,275</b>	<b>0,208</b>	<b>0,175</b>	<b>23,5</b>	<b>0,208</b>	<b>0,04</b>	<b>5,028</b>	<b>99,090</b>	

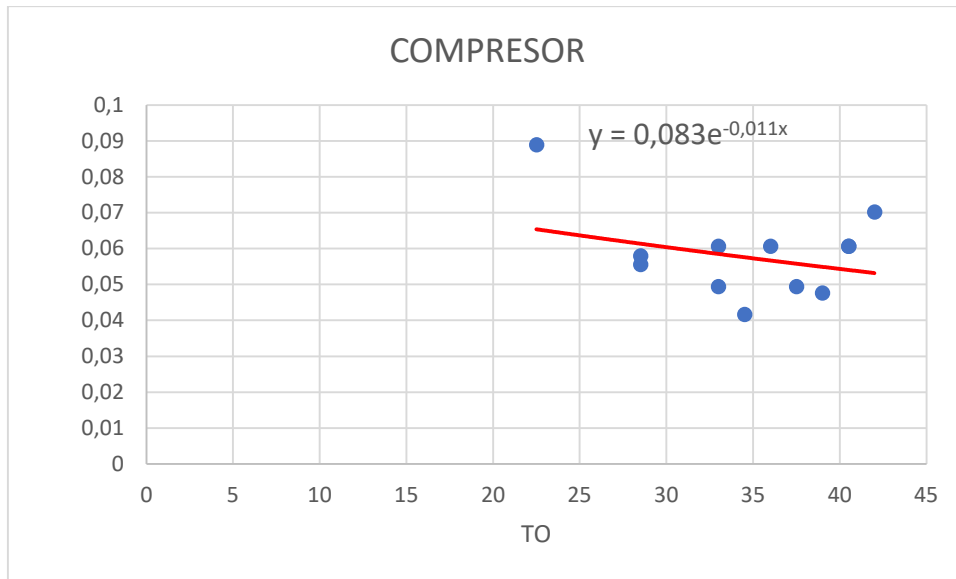


**Figura 8.** Curva de la bañera del Taladro de Potencia.

La representación gráfica (Figura 9), derivada del análisis estadístico del talador de potencia (Tabla 38), la curva correspondiente a la tendencia es casi paralela al tiempo de operación indica una confiabilidad aceptable según la curva de la bañera. Además, se observa que se mantiene un parámetro de mantenimiento preventivo al encontrarse en las etapas 1 y 2. Esto sugiere que la máquina opera en un estado normal de rendimiento para las actividades previstas, destacando la eficacia del mantenimiento preventivo implementado.

**Tabla 40.** Estadístico del Compresor.


EQUIPO	COMPRESOR	Tiempo de Operación							 <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>			
MODELO	COMP-240LH	1,5										
CÓDIGO	SCC 074	AREA DE OPERACIÓN										
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF	MTTR	$\lambda$	$\mu$	D%	
Enero		3/1/2022										
	Inspección Visual del compresor.	10/1/2022	9	0,2	0,2	0,1	11,25	0,15	0,09	6,667	98,684	
	Verificación del aceite.	20/1/2022	14	0,3	0,1	0,1						
Febrero	Cambio de aceite.	11/2/2022	26	0,4	0,1	0,2	21	0,15	0,05	6,667	99,291	
	Limpieza del filtro de aceite.	25/2/2022	17	0,3	0,2	0,2						
Marzo	Cambio del filtro de aceite.	8/3/2022	12	0,2	0,2	0,1	14,25	0,2	0,07	5	98,616	
	Limpieza del sistema de filtración.	22/3/2022	17	0,4	0,2	0,1						
Abril	Inspección de las correas de transmisión.	8/4/2022	21	0,3	0,3	0,1	18	0,2	0,06	5	98,901	
	Ajuste de las correas de tensión.	21/4/2022	15	0,1	0,1	0,1						
Mayo	Verificar la presión del aceite.	6/5/2022	18	0,1	0,3	0,2	17,25	0,25	0,06	4	98,571	
	Pruebas de presión en el sistema del aire.	20/5/2022	17	0,4	0,2	0,3						
Junio	Limpieza del radiador del aceite.	10/6/2022	24	0,2	0,3	0,2	20,25	0,3	0,05	3,333	98,540	
	Comprobación de la resistencia eléctrica.	24/6/2022	17	0,2	0,3	0,3						
Julio	Verificación las conexiones de mangueras.	8/7/2022	17	0,3	0,2	0,3	16,5	0,25	0,06	4	98,507	
	Inspección del sistema de enfriamiento.	22/7/2022	17	0,2	0,3	0,1						
Agosto	Limpieza del sistema de enfriamiento.	11/8/2022	23	0,3	0,2	0,3	16,5	0,2	0,06	5	98,802	
	Comprobación de la válvula de retención.	19/8/2022	11	0,5	0,2	0,2						
Septiembre	Lubricación de las partes móviles.	9/9/2022	24	0,4	0,2	0,3	24	0,2	0,04	5	99,174	
	Comprobación de la eficiencia del manómetro.	30/9/2022	24	0,3	0,2	0,2						
Octubre	Verificación de las condiciones del motor.	13/10/2022	15	0,1	0,3	0,2	16,5	0,25	0,06	4	98,507	
	Ajuste del regulador de presión.	28/10/2022	18	0,2	0,2	0,1						
Noviembre	Inspección de las paletas del compresor.	11/11/2022	17	0,5	0,2	0,2	16,5	0,15	0,06	6,667	99,099	
	Limpieza de las paletas del compresor.	25/11/2022	17	0,1	0,1	0,1						
Diciembre	Verificación del sistema de drenaje de condensados.	14/12/2022	21	0,3	0,3	0,1	20,25	0,2	0,05	5	99,022	
	Ajuste de tiempo de carga y descarga.	30/12/2022	20	0,3	0,1	0,1						
TOTAL			424,5	6,6	5	4,2	212,25	2,5	0,7	60,33	1185,716	
PROMEDIO			17,69	0,275	0,208	0,175	17,688	0,208	0,06	5,028	98,810	



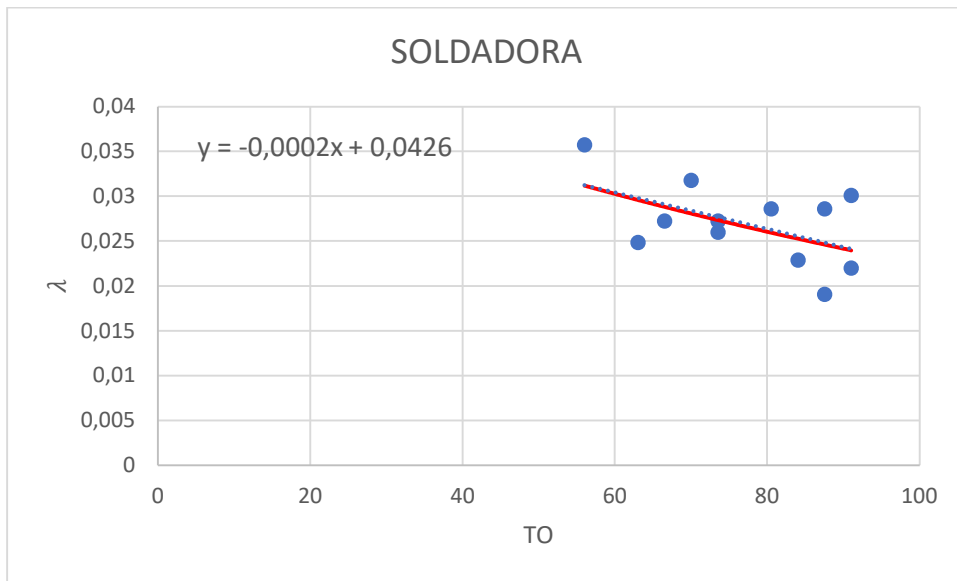
**Figura 9.** Curva de la bañera del Compresor.

La representación gráfica (Figura 10), derivada del análisis estadístico del compresor (Tabla 39), la curva correspondiente a la tendencia es casi paralela al tiempo de operación indica una confiabilidad aceptable según la curva de la bañera. Además, se observa que se mantiene un parámetro de mantenimiento preventivo al encontrarse en las etapas 1 y 2. Esto sugiere que la máquina opera en un estado normal de rendimiento para las actividades previstas, destacando la eficacia del mantenimiento preventivo implementado.

**Tabla 41.** Estadístico de la Soldadora GMAW.

EQUIPO	SOLDADORA GMAW	Tiempo de Operación										
MODELO	SOT-250A	3,5										
CÓDIGO	SCC 076	AREA DE OPERACIÓN										
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF	MTTR	$\lambda$	$\mu$	D%	
Enero		3/1/2022										
	Realizar una inspección general.	10/1/2022	21	0,2	0,2	0,1	28	0,15	0,04	6,667	99,467	
	Inspeccionar conexiones eléctricas.	21/1/2022	35	0,3	0,1	0,1						
Febrero	Verificar la porta electrodo.	12/2/2022	56	0,4	0,1	0,2	45,5	0,15	0,02	6,667	99,671	
	Verificar el transformador que suministra corriente.	26/2/2022	35	0,3	0,2	0,2						
Marzo	Inspección del cable del electrodo.	9/3/2022	28	0,2	0,2	0,1	33,25	0,2	0,03	5	99,402	
	Limpieza del sistema de ventilación.	23/3/2022	39	0,4	0,2	0,1						
Abril	Cambiar la porta electrodo.	9/4/2022	46	0,3	0,3	0,1	40,25	0,2	0,02	5	99,506	
	Limpiar la porta electrodo.	22/4/2022	35	0,1	0,1	0,1						
Mayo	Verificar que la porta electrodo haga buen contacto.	7/5/2022	39	0,1	0,3	0,2	36,75	0,25	0,03	4	99,324	
	Limpiar el transformador.	21/5/2022	35	0,4	0,2	0,3						
Junio	Cambio de los ventiladores.	11/6/2022	53	0,2	0,3	0,2	43,75	0,3	0,02	3,333	99,319	
	Verificación de las aberturas de ventilación.	25/6/2022	35	0,2	0,3	0,3						
Julio	Inspección de los interruptores de control.	9/7/2022	35	0,3	0,2	0,3	35	0,25	0,03	4	99,291	
	Lubricar mecanismos según el fabricante.	23/7/2022	35	0,2	0,3	0,1						
Agosto	Verificación de las pantallas.	12/8/2022	53	0,3	0,2	0,3	36,75	0,2	0,03	5	99,459	
	Calibración de los indicadores.	20/8/2022	21	0,5	0,2	0,2						
Septiembre	Verificar la movilidad del carro.	10/9/2022	53	0,4	0,2	0,3	38,5	0,2	0,03	5	99,483	
	Reemplazar las ruedas del carro transportador.	20/9/2022	25	0,3	0,2	0,2						
Octubre	Revisar el electrodo a tierra.	14/10/2022	67	0,1	0,3	0,2	52,5	0,25	0,02	4	99,526	
	Verificar los conectores de entrada y salida.	29/10/2022	39	0,2	0,2	0,1						
Noviembre	Limpiar los conectores de salida.	12/11/2022	35	0,5	0,2	0,2	35	0,15	0,03	6,667	99,573	
	Verificar la aguja indicadora.	26/11/2022	35	0,1	0,1	0,1						
Diciembre	Verificación del sistema de drenaje de condensados.	15/12/2022	49	0,3	0,3	0,1	31,5	0,2	0,03	5	99,369	
	Cambio de la pinza de masa.	20/12/2022	14	0,3	0,1	0,1						
TOTAL			913,5	6,6	5	4,2	456,75	2,5	0,32	60,33	1193,391	
PROMEDIO			38,06	0,275	0,208	0,175	38,063	0,208	0,03	5,028	99,449	




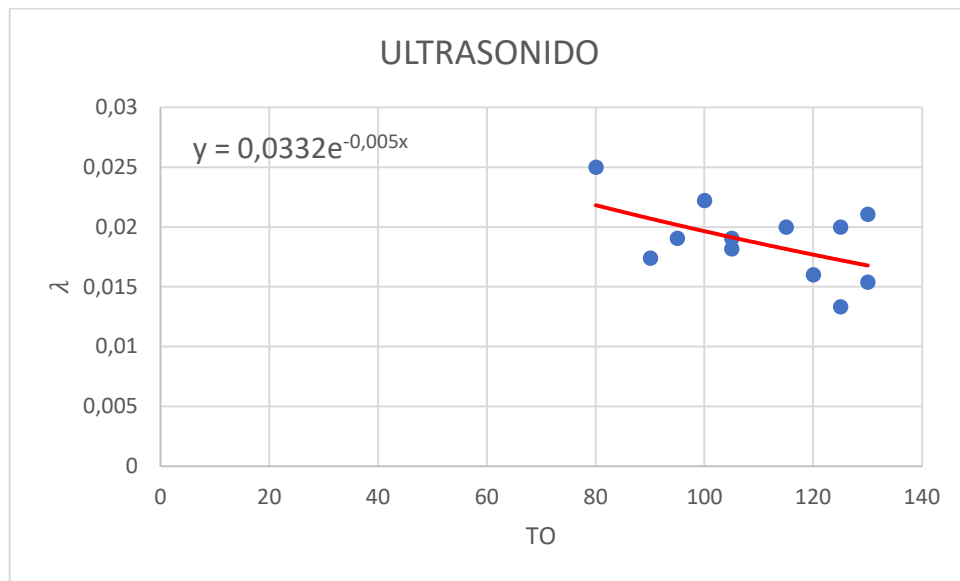


**Figura 10.** Curva de la bañera de la Soldadora.

La representación gráfica (Figura 11), derivada del análisis estadístico de la soldadora (Tabla 40), la curva correspondiente a la tendencia es casi paralela al tiempo de operación indica una confiabilidad aceptable según la curva de la bañera. Además, se observa que se mantiene un parámetro de mantenimiento preventivo al encontrarse en las etapas 1 y 2. Esto sugiere que la máquina opera en un estado normal de rendimiento para las actividades previstas, destacando la eficacia del mantenimiento preventivo implementado.

**Tabla 42.** Estadístico Medidor de Espesor Ultrasonido.

EQUIPO	MEDIDOR DE ESPESOR ULTRASONIDO	Tiempo de Operación						 SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO				
MODELO	OLYMPUS	5										
CÓDIGO	SCC 283	AREA DE OPERACIÓN										
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO(h)	TP(h)	TR(h)	TM(h)	MTBF	MTTR	$\lambda$	$\mu$	D%	
Enero		3/1/2022										
	Limpieza de la superficie exterior del equipo	10/1/2022	30	0,2	0,2	0,1	40	0,15	0,03	6,667	99,626	
	Inspección de cables y conectores.	21/1/2022	50	0,3	0,1	0,1						
Febrero	Inspección del cable de conexión del transductor.	12/2/2022	80	0,4	0,1	0,2	65	0,15	0,02	6,667	99,770	
	Verificación de daños en el cable del transductor.	26/2/2022	50	0,3	0,2	0,2						
Marzo	Limpieza del transductor.	9/3/2022	40	0,2	0,2	0,1	47,5	0,2	0,02	5	99,581	
	Calibración del equipo según las especificaciones.	23/3/2022	55	0,4	0,2	0,1						
Abril	Verificación de controles y botones del equipo.	9/4/2022	65	0,3	0,3	0,1	57,5	0,2	0,02	5	99,653	
	Revisión de ajustes de ganancia.	22/4/2022	50	0,1	0,1	0,1						
Mayo	Verificación de estabilidad de la fuente de alimentación.	7/5/2022	55	0,1	0,3	0,2	52,5	0,25	0,02	4	99,526	
	Comprobación de la precisión del reloj interno.	21/5/2022	50	0,4	0,2	0,3						
Junio	Calibración del tiempo de retardo.	11/6/2022	75	0,2	0,3	0,2	62,5	0,3	0,02	3,333	99,522	
	Inspección de pantalla para detectar pixeles muertos.	25/6/2022	50	0,2	0,3	0,3						
Julio	Comprobar la funcionalidad de salida del video.	9/7/2022	50	0,3	0,2	0,3	50	0,25	0,02	4	99,502	
	Verificación correcta del transductor.	23/7/2022	50	0,2	0,3	0,1						
Agosto	Comprobación del sistema de almacenamiento de datos.	12/8/2022	75	0,3	0,2	0,3	52,5	0,2	0,02	5	99,620	
	Actualización de software del equipo	20/8/2022	30	0,5	0,2	0,2						
Septiembre	Comprobación de la precisión de la velocidad del sonido.	10/9/2022	75	0,4	0,2	0,3	55	0,2	0,02	5	99,638	
	Pruebas de respuesta de la frecuencia del sistema.	20/9/2022	35	0,3	0,2	0,2						
Octubre	Revisión técnica de la documentación y manual.	14/10/2022	95	0,1	0,3	0,2	75	0,25	0,01	4	99,668	
	comprobación de la alineación del haz del transductor.	29/10/2022	55	0,2	0,2	0,1						
Noviembre	Pruebas de repetitividad del sistema.	12/11/2022	50	0,5	0,2	0,2	50	0,15	0,02	6,667	99,701	
	Revisión de condiciones ambientales.	26/11/2022	50	0,1	0,1	0,1						
Diciembre	Verificación de la estabilidad de conexión de USB.	15/12/2022	70	0,3	0,3	0,1	45	0,2	0,02	5	99,558	
	Actualización de base de datos de calibración.	20/12/2022	20	0,3	0,1	0,1						
<b>TOTAL</b>			<b>1305</b>	<b>6,6</b>	<b>5</b>	<b>4,2</b>	<b>652,5</b>	<b>2,5</b>	<b>0,23</b>	<b>60,33</b>	<b>1195,365</b>	
<b>PROMEDIO</b>			<b>54,38</b>	<b>0,275</b>	<b>0,208</b>	<b>0,175</b>	<b>54,375</b>	<b>0,208</b>	<b>0,02</b>	<b>5,028</b>	<b>99,614</b>	



**Figura 11.** Curva de la bañera del Ultrasonido.

La representación gráfica (Figura 12), derivada del análisis estadístico del ultrasonido (Tabla 41), la curva correspondiente a la tendencia es casi paralela al tiempo de operación indica una confiabilidad aceptable según la curva de la bañera. Además, se observa que se mantiene un parámetro de mantenimiento preventivo al encontrarse en las etapas 1 y 2. Esto sugiere que la máquina opera en un estado normal de rendimiento para las actividades previstas, destacando la eficacia del mantenimiento preventivo implementado.


### 3.4 Matriz AMFE

Para este apartado se utilizará la Nota Técnica 679, esta técnica implica la identificación y evaluación de posibles modos de fallo, sus causas, efectos y la severidad de dichos efectos. Para los índices de frecuencia se guiará en la tabla que se muestra a continuación:


**Tabla 43.** Tablad de valoración para la matriz AMFE.

Tabla de valoración			
Frecuencia		Detección	
Imposible	(1-2)	Muy elevada	(1-2)
Remote	(3-4)	Elevada	(3-4)
Ocasional	(5-6)	Moderada	(5-6)
Frecuente	(7-8)	Escasa	(7-8)
Muy Frecuente	(9-10)	Muy escasa	(9-10)
Gravedad		Riegos critico	IPR>100
Insignificante	(1-2)		
Moderado	(3-4)		
Importante	(5-6)		
Critico	(7-8)		
Catastrófico	(9-10)		


**Tabla 44.** Matriz AMFE de la pulidora.

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS						 Siccpetr SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO					
EQUIPO/HERRAMIENTA		PULIDORA GRANDE	MODELO		DWP849-B3						
MARCA		DEWALT	CÓDIGO		SCC-017						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
1	Motor eléctrico	Transmitir potencia eléctrica para el funcionamiento del mecanismo.	Sobrecalentamiento del motor	Recalentamiento	Sobrecarga eléctrica	Reducción de rendimiento	5	7	5	175	Implementar protección contra sobrecargas
2	Mecanismo de transmisión	Transmitir energía del motor al disco de pulido.	Desgaste de los componentes	Ruptura	Mal uso	Perdida de potencia	4	5	6	120	Inspeccionar para evitar desgaste, daño o acumulación de suciedad.
3	Cojinete	Proporcionar soporte y movimiento suave a los componentes.	Vibración del mecanismo	Fisura	Falta de lubricación	Aumento de fricción	3	4	4	48	Verificar cualquier ruido inusual durante el funcionamiento.
4	Engranajes	Ejecutar el movimiento del motor al mecanismo de pulido.	Vibración del mecanismo	Desgaste	Falta de lubricación	Aumento de fricción	3	5	5	75	Cambiar de interruptores si están en mal estado
5	Interruptor ON/OFF	Controlar la conexión y desconexión eléctrica.	Fallo en el interruptor	Ruptura	Golpes	Error al encender o apagar	2	6	2	24	Cambiar de interruptores si están en mal estado
6	Cableado	Conducir la electricidad a los diferentes componentes.	Cables deteriorados	Cortocircuito	Flexión excesiva	Mal funcionamiento	1	2	5	10	Verificar si no existe ruptura de cables


**Tabla 45.** Matriz AMFE de la pulidora. (Continuación)

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS						 Siccpetr <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>					
EQUIPO/HERRAMIENTA		PULIDORA GRANDE	MODELO		DWP849-B3						
MARCA		DEWALT	CÓDIGO		SCC-017						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
7	Fusibles	Proteger la herramienta contra sobrecargas.	Cortocircuito	Ruptura	Capacidad insuficiente	Interrupción del circuito	1	3	4	12	Utilizar fusibles acordes al amperaje de la maquina
8	Controles electrónicos	Regular la velocidad.	Circuitos oxidados	Oxidación	fallo de circuitos	Perdida de manejo	2	4	6	48	Limpieza de circuitos
9	Freno automático	Detiene automáticamente el funcionamiento de la pulidora.	Error de paro	Ruptura	Desgaste del interruptor	Riegos de lesiones	3	2	3	18	Mantenimiento regular
10	Interruptor de seguridad	Desconectar la energía en situaciones de emergencia.	Error al encender	Ruptura	Mal ajuste	Error al pagar en el momento adecuado	2	3	2	12	Mantenimiento regular
11	Disipadores de calor	Mantener la temperatura adecuada.	Deficiencia en la refrigeración	Aletas dobladas	Acumulación de polvo	Recalentamiento del motor	5	6	7	210	Limpieza periódica
12	Ventilador	Enfriar el calor generado durante el funcionamiento.	Sobrecalentamiento da la maquina	Ruptura	Desbalanceo en las aspas	Detención del flujo de aire	4	4	6	96	Lubricación adecuada
13	Filtros de polvo	Retener partículas sólidas presentes en el aire.	Acumulación de residuos	Desgaste	Montaje incorrecto	Reducción del fujo de aire	3	5	5	75	Limpiar cada cierto tiempo

**Tabla 46.** Matriz AMFE del Motor Tool.


SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS											
EQUIPO/HERRAMIENTA		MOTOR TOOL	SERIE		DR290-1						
MARCA		DREMEL	CÓDIGO		SCC-021						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
1	Portabrocas	Sujetar y asegurar las brocas para su uso.	Perdida de sujeción de la broca	Desgaste	Falta de lubricación	Baja precisión en la perforación	5	3	7	105	Lubricar con aceite para evitar desgaste (3-EN-UNO)
2	Engranajes	Transmitir potencia del motor según el toque a otras partes.	Perdida de potencia	Ruptura	Carga excesiva	Ruido excesivo	4	2	5	40	Verificar si los dientes están en buenas condiciones
3	Motor eléctrico	Generar potencia mecánica para impulsar el husillo.	Recalentamiento	Recalentamiento	Sobreuso	Perdida de potencia	3	7	7	147	Mantener limpio los disipadores de calor para evitar sobrecalentamiento
4	Interruptor encendido	Encender el motor para su utilización.	Fallo al accionar	Desgaste	Conexión eléctrica mala	Imposibilidad de uso	2	3	5	30	Revisar si no existe golpes en los interruptores
5	Interruptor apagado	Apagar el motor para enfriamiento.	Fallo al accionar	Desgaste	Conexión eléctrica mala	Imposibilidad de uso	2	1	4	8	Cambio de interruptor
6	Interruptor de velocidad	Controlar la velocidad del motor para diferentes tareas y materiales.	Fallo en el interruptor	Desgaste	Conexión eléctrica defectuosa	Imposibilidad de uso	1	3	2	6	Revisar si no existe golpes en los interruptores

**Tabla 47.** Matriz AMFE del Motor Tool. (Continuación)


SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS											
EQUIPO/HERRAMIENTA		MOTOR TOOL		SERIE	DR290-1						
MARCA		DREMEL		CÓDIGO	SCC-021						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
7	Cableado eléctrico	Conducir la electricidad a otros componentes.	Cables deteriorados	Cortocircuito	Conexión suelta	Descargas eléctricas	2	4	8	64	Revisar la conexión antes de utilizar
8	Empuñadura ergonómica	Proporcionar un agarre cómodo.	Desgaste de la empuñadura	Deterioro	Material defectuoso	Riegos de lesiones	3	6	6	108	Ajustar la empuñadura
9	Interruptor de seguridad	Evitar que la herramienta se encienda automáticamente.	Circuitos oxidados	Desgaste	Mala instalación	Riegos de arranque accidental	1	2	8	16	Revisar es estado del interruptor
10	Ventilador	Refrigerar el motor para evitar sobrecalentamiento.	Error de paro	Ruptura	Desbalanceo en las aspas	Recalentamiento del motor	4	4	6	96	Verificar que no se obstruyan las aberturas
11	Botón del bloqueo del husillo	Mantener bloqueado para el cambio de herramientas.	Error al encender	Ruptura	Defecto de fabricación	Cambio accidental de accesorios	4	5	7	140	Evitar que se acumule residuos
12	Botón de liberación rápido del husillo	Permitir el cambio rápido de accesorios y brocas.	Dificultad para cambiar accesorios	Desgaste	Acumulación de polvo	Dificultad para cambiar accesorios	3	6	6	108	Asegurar que el botón este completamente liberado




**Tabla 48.** Matriz AMFE del Taladro de Potencia.

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS						 Siccpetr SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO					
EQUIPO/HERRAMIENTA		TALADRO DE POTENCIA	SERIE		GBM23-2						
MARCA		BOSCH	CÓDIGO		SCC-025						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
1	Portabrocas	Sujetar y asegurar la broca.	No sujeta la broca	Desgaste	Mal uso	No sujeta la broca	3	5	5	75	Lubricar con grasa blanca de litio
2	Escobilla de carbón	Controlar la rotación de dirección.	No activa ni desactiva el motor	Desgaste	Sobrecargar de fuerza	Dificultad para operar la herramienta	4	4	4	64	Asegurar su funcionamiento o reemplazar
3	Broca	Perforar cualquier tipo de material.	Perforacion ineficiente	Ruptura	Mala calidad	Riego de ruptura	6	8	4	192	Verificar el estado de las brocas
4	Engranajes	Transmitir la energía mecánica a la broca.	Ruido excesivo	Rotura	Falta de lubricación	Aumento de fricción	3	5	3	45	Mantenimiento regular
5	Motor eléctrico	Generar potencia mecánica para impulsar el husillo.	Mal rendimiento	Recalentamiento	Sobreuso	Carga excesiva	4	3	5	60	Limpiar los residuos causadas por las perforaciones
6	Interruptores ON/OFF	Apagar el motor para enfriamiento.	No enciende ni se apaga la maquina	Desgaste	Conexión defectuosa	Imposibilidad de uso	2	4	4	32	Probar regularmente los interruptores


**Tabla 49.** Matriz AMFE del Taladro de Potencia. (Continuación)

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS											
EQUIPO/HERRAMIENTA		TALADRO DE POTENCIA	SERIE	GBM23-2							
MARCA		BOSCH	CÓDIGO	SCC-025							
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
7	Interruptor de velocidad	Controlar la velocidad del motor para diferentes tareas y materiales.	Accionamiento involuntario	Desgaste	Conexión defectuosa	Pérdida de control	1	4	8	32	Probar regularmente los interruptores
8	Empuñadura ergonómica	Proporcionar un agarre cómodo.	Riego de lesiones	Desgaste	Material defectuoso	riesgo de lesiones	5	5	6	150	Reemplazar si esta dañada
9	Interruptor de seguridad	Evitar que la herramienta se encienda automáticamente.	No se activa correctamente	Desgaste	Mala instalación	Arranque accidental	1	2	7	14	No intentar eludir el interruptor
10	Ventilador	Refrigerar el motor para evitar sobrecalentamiento.	No ventila	Ruptura	Falla en el motor	Riegos de lesiones	3	4	7	84	Limpieza periódica
11	Mango lateral	Brindar estabilidad y seguridad.	Dificultad para controlar la herramienta	Ruptura	Mal ajuste	Dificultad para controlar la herramienta	6	5	6	180	Ajustar correctamente
12	Carcasa	Proteger los componentes internos.	Exposición de componentes internos	Ruptura	Golpes, caídas	Riego de lesiones	5	4	6	120	Reemplazar si muestra grietas o rupturas


**Tabla 50.** Matriz AMFE del Compresor.

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS						 Siccpetr <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>					
EQUIPO/HERRAMIENTA		COMPRESOR	SERIE		COMP-240LH						
MARCA		TRUPER	CÓDIGO		SCC-074						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
1	Cilindro de compresión	Comprimir el aire dentro del tanque.	Desgaste del cilindro	Corrosión	Clima húmedo	Perdida de eficiencia de la compresión	3	4	6	72	Verificar que el cilindro este correctamente lubricado
2	Pistón	Reducir el volumen del aire para comprimirlo.	Desgaste, ruptura	Desgaste	Defecto de fabricación	Mal rendimiento	2	5	6	60	Cambiar y lubricar con aceite SAE 10W30
3	Tanque de almacenamiento	Almacenar el aire comprimido.	Fuga de aire	Fuga	Sobrecarga	Riesgo de explotación	3	4	7	84	Realizar pruebas de presión
4	Válvula de retención	Evitar el paso del aire comprimido al cilindro.	Ruido excesivo	Deterioro	Suciedad en la válvula	Perdida de presión	4	5	4	80	Limpiar para evitar obstrucciones
5	Motor eléctrico	Generar potencia para comprimir el aire.	Mal rendimiento	Recalentamiento	Falla en el sistema de enfriamiento	Detención del compresor	3	3	6	54	Verificar voltajes de acuerdo al fabricante (220V)
6	Interruptores ON/OFF	Encender o apagar el motor.	No enciende ni se apaga la maquina	Desgaste	Conexiones defectuosas	Imposibilidad de encender o apagar el compresor	2	1	8	16	Verificar interruptores y realizar cambios
7	Banda de accionamiento	Generar potencia hacia el motor.	Detención del compresor	Rotura	Conexión defectuosa	Perdida de potencia	4	5	6	120	Ajustar la banda de acuerdo al uso


**Tabla 51.** Matriz AMFE del Compresor. (Continuación)

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS						 Siccpetr SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO					
EQUIPO/HERRAMIENTA		COMPRESOR	SERIE		COMP-240LH						
MARCA		TRUPER	CÓDIGO		SCC-074						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
8	Cable eléctrico	Suministrar energía al motor.	Cortocircuito	Conexión suelta	Mala instalación	Descargas eléctricas	2	3	6	36	Reemplazar cables defectuosos
9	Regulador de presión	Regular la presión de salida del aire.	No mantiene la presión adecuada	Obstrucción	Obstrucciones	Variaciones de presión	4	4	5	80	Calibrar y ajustar según la necesidad
10	Manómetros	Medir la presión del tanque y de salida.	Indicaciones incorrectas	Desgaste	Calibración incorrecta	Falta de precisión en la medición	3	5	7	105	Calibrar y verificar periódicamente
11	Válvula de salida	Permitir la distribución del aire comprimido.	No cierra correctamente	Deterioro	Acumulación de residuos	Perdida de presión	5	5	5	125	Realizar limpiezas
12	Interruptor de seguridad	Evitar que la herramienta se encienda automáticamente.	No se activa correctamente	Ruptura	Conexiones defectuosas	Riesgo de accidentes	1	2	6	12	Reemplazar interruptores defectuosos
13	Enfriador	Controlar la humedad y temperatura establecida.	No disipa el calor	Obstrucción	Falta de mantenimiento	Recalentamiento de los componentes	3	4	6	72	Limpiar para evitar obstrucciones
14	Estructura	Proteger los componentes.	Grietas, deformidades	Corrosión	Clima húmedo	Riego de colapso	4	5	7	140	Inspeccionar regularmente la estructura
15	Ruedas	Facilitar el traslado de la máquina.	Bloqueo al transportar	Desgaste	Daños físicos	Dificultad para mover	5	6	6	180	Lubricar y mantener en buen estado


**Tabla 52.** Matriz AMFE de la Soldadora.

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS						 SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO					
EQUIPO/HERRAMIENTA		SOLDADORA	SERIE		SOT-250A					Recomendación	
MARCA		TRUPER	CÓDIGO		SCC-076						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
1	Antorcha	Sujetar y guiar el electrodo.	Perdida de conductividad	Ruptura	Golpes	Daño en el cable	5	6	5	150	Verificar la antorcha y evitar tirones bruscos
2	Cable de conexión	Conectar la soldadora al material de trabajo.	Perdida de energía	Conexión suelta	Manipulación brusca	Riesgo de cortocircuito	4	3	7	84	Inspeccionar aislamientos regularmente
3	Transformador	Regular la corriente eléctrica.	Sobrecarga	Sobrecarga	Variación de voltaje	Perdida de voltaje	3	4	4	48	Controlar la temperatura del transformador durante la operación
4	Fuente de alimentación	Suministrar corriente eléctrica a la máquina.	Pérdida de control sobre la corriente	Cortocircuito	Fallo en los circuitos	Detención del compresor	3	2	6	36	Verificar la energía del equipo
5	Cable de alimentación	Conducir la electricidad desde la fuente de alimentación.	Cortocircuito	Conexión suelta	Daño en el aislamiento	Descargas eléctricas	4	2	5	40	Inspeccionar si no existe deterioro en el cable
6	Protección térmica	Evitar el sobrecalentamiento al soldar.	Sobrecalentamiento	Desgaste	Clima húmedo	Variaciones de temperatura	2	3	6	36	Cambiar el aislante térmico para evitar sequedad


**Tabla 53.** Matriz AMFE de la Soldadora. (Continuación)

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS						 Siccpetr <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>					
EQUIPO/HERRAMIENTA		SOLDADORA	SERIE		SOT-250A						
MARCA		TRUPER	CÓDIGO		SCC-076						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
7	Válvula de apagado de emergencia	Desconectar la energía en situación de emergencia.	No se cierra correctamente	Deterioro	Falta de mantenimiento	Dificultad para detener la operación	1	2	8	16	Probar la válvula regularmente
8	Fusibles	Proteger la maquina contra cortocircuitos.	Fusibles fundidos	Ruptura	Problemas eléctricos	Riego de daño al equipo	3	5	6	90	Cambiar fusibles de tipo y amperaje adecuado
9	Ventilador	Refrigerar la máquina para evitar sobrecalentamiento.	No ventila	Desgaste	Sobrecalentamiento	Riego de daño al equipo	2	3	6	36	Limpiar las aberturas
10	Carcasa	Proteger las componentes de la soldadora.	No protege los componentes	Desgaste	Falta de mantenimiento	Riego de exposición a componentes internos	3	4	6	72	Realizar operaciones o reemplazo si es necesario
11	Ruedas	Facilitar el traslado de la máquina.	Bloqueo al transportar	Desgaste	Daños físicos	Dificultad para mover	4	5	7	140	Lubricar regularmente con aceite lubricante (3-EN-UNO)
12	Mango de transporte	Facilitar el transporte a diferentes lugares.	Dificultad para transportar la unidad	Ruptura	Daños físicos	Dificultad para mover	4	4	6	96	Verificar si no existe grietas ni ruptura para el transporte

**Tabla 54.** Matriz AMFE de la Hidro Lavadora.


SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS											
EQUIPO/HERRAMIENTA		HIDRO LAVADORA	SERIE		BW13-B3						
MARCA		BLACK&DECKER	CÓDIGO		SCC-270						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
1	Motor eléctrico	Proporcionar energía a los demás componentes.	Mal rendimiento	Recalentamiento	Operación prolongada	Perdida de potencia	4	3	5	60	Establecer intervalos de uso
2	Bomba de presión	Aumentar la velocidad del agua.	Perdida de presión	Deterioro	Desgaste de sellos	Rendimiento de limpieza	5	3	4	60	Verificar la presión constantemente
3	Filtro de entrada y salida	Almacenar impurezas a la entrada del agua.	Reducción de flujo del agua	Obstrucción	Acumulación de suciedad	Reducción de flujo de agua	5	4	5	100	Limpiar para evitar obstrucciones
4	Válvula	Liberar la presión residual de la bomba.	Perdida de presión	Fuga	Sellos deteriorados	Perdida de presión	3	4	5	60	Cambiar los empaques para evitar fugas
5	Interruptores OFF/ON	Encender o apagar el sistema de potencia y presión.	Fallo al encender y apagar	Desgaste	Desgaste interno	Imposibilidad de encender o apagar el equipo	3	2	6	36	Realizar pruebas de funcionalidad
6	Pistola de pulverización	Proporcionar un punto de control para dirigir el flujo de agua.	Perdida de presión	Ruptura	Sello dañado	Dificultad de control	6	5	7	210	Verificación el estado del gatillo de la pistola de pulverización

**Tabla 55.** Matriz AMFE de la Hidro Lavadora. (Continuación)

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS					 Siccpetr SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO						
EQUIPO/HERRAMIENTA		HIDRO LAVADORA	SERIE		BW13-B3						
MARCA		BLACK&DECKER	CÓDIGO		SCC-270						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
7	Boquillas	Cambiar la configuración de la boquilla pea diferentes tareas.	Obstrucción en el flujo del agua	Desgaste	Acumulación de sedimentos	Menor eficiencia de limpieza	4	4	7	112	Limpiar para evitar taponamiento
8	Depósito de detergente	Almacenar detergente para su uso.	Fuga en el deposito	Grietas	Grietas en el deposito	Perdida de detergente	2	4	8	64	Limpiar el depósito regularmente
9	Manguera de presión	Conducir el agua de la bomba de presión hasta la pistola de pulverización.	Fuga en de fujo de agua	Fuga	Desgaste de material	Desperdicio de agua	5	4	6	120	Realizar operaciones o reemplazo si es necesario
10	Carcasa o chasis	Proporcionar protección a los sistemas de la máquina.	Inestabilidad de la maquina	Desgaste	Impacto o caídas	Daños a los componentes internos	4	3	7	84	Verificación si no existe grietas o ruptura
11	Ruedas	Facilitar el trasporte de un lado hacia otro.	Dificultad para transportar la unidad	Ruptura	Uso en terreno irregular	Dificultad de transporte	5	4	6	120	Rotar regularmente
12	Asa	Permitir la movilidad de la hidro lavadora.	Dificultad para transportar la unidad	Ruptura	Defecto de fabricación	Dificultad de manejo	4	4	6	96	Verificar la resistencia cada cierto tiempo



**Tabla 56.** Matriz AMFE de Ultrasonido.

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS											
EQUIPO/HERRAMIENTA		ULTRASONIDO	SERIE		ACC-ST200						
MARCA		OLYMPUS	CÓDIGO		SCC-322						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
1	Transductor	Emitir y recibir ondas de ultrasonido para medir el espesor.	Perdida de sensibilidad	Desgaste	Daño físico	Mediciones inexactas	3	5	6	90	Verificar el cristal piezoeléctrico
2	Acoplamiento	Transmite ondas ultrasónicas del equipo al material.	Perdida de señal	Deterioro	Perdida de contacto	Conexión defectuosa	5	3	4	60	Verificar que no exista suciedad ni oxido en el acople
3	Selector de modos de medición	Permitir seleccionar el tipo de medición.	Selector atascado	Desgaste	Suciedad	Incapacidad para cambiar los mandos	3	4	5	60	Verificar y mantener los sellos en buenas condiciones
4	Elemento de calibración	Calibrar el dispositivo para mantener mediciones exactas.	Desajuste de calibración	Desgaste	Calibración defectuosa	Mediciones inexactas	3	2	6	36	Realizar pruebas de funcionalidad
5	Pantalla LCD	Mostrar los resultados y ondas de las mediciones.	Píxeles muertos o defectuosos	Ruptura	Daño físico	Dificultad para ver las mediciones	6	5	5	150	Inspección visual de los píxeles
6	Teclas de control	Controlar el equipo.	Teclas atascadas	Suciedad	Suciedad	Incapacidad para operar	3	4	7	84	Limpiar las teclas regularmente

**Tabla 57.** Matriz AMFE del Ultrasonido. (Continuación)

SICCPETR S.A. MATRIZ AMFE/ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS					 Siccpetr <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>						
EQUIPO/HERRAMIENTA		ULTRASONIDO	SERIE		ACC-ST200						
MARCA		OLYMPUS	CÓDIGO		SCC-322						
No	Componente	Función	Fallo	Modo de Fallo	Causa Raíz	Efecto	Valoración				Recomendación
							F	G	D	IPR	
7	Baterías	Almacenar energía al dispositivo.	Perdida de carga	Agotada	Defecto de fabricación	Bajo suministro de energía	4	3	9	108	Almacenar el equipo en un lugar seco
8	Conector de corriente alterna	Permitir la conexión a la corriente para carga del equipo.	Error de carga	Fuga	Desgaste de material	Déficit de carga	5	3	6	90	Evitar tensiones innecesarias
9	Carcasa	Proteger los elementos del equipo.	Deformaciones	Golpes	Impacto o caídas	Riego de daño interno	4	3	7	84	Proteger el equipo contra golpes
10	Conectores	Unir cables de conexión para evaluar las mediciones.	Conexiones corroídas	Corrosión	Expuestos a la lluvia	Perdida de señal	3	4	6	72	Mantener los conectores limpios y secos
11	Cristal piezoeléctrico	Generar ondas ultrasónicas.	Perdida de imagen	Ruptura	Impacto o caídas	Perdida de señal ultrasónicas	5	6	6	180	Evitar impactos en la zona
12	Cable de conexión del transductor	Conectar el cristal piezoeléctrico al sistema.	Conexión intermitente	Ruptura	Perdida de contacto	Error en las mediciones	3	4	5	60	Evitar tensiones excesivas
13	Receptor de señal ultrasónica	Recibir y procesar los datos de las señales.	Incapacidad de recibir señales ultrasónicas	Daño	Interferencias	Pérdida de capacidad en la medición	4	3	8	96	Proteger el receptor de interferencias electromagnéticas


### 3.5 Análisis de criticidad de las máquinas de la empresa SICCPETR S.A.

Para el presente proyecto se utilizó el método de análisis de criticidad para planificar de mejor manera los componentes y elementos que tienen una falla potencial. Para esto se toma en cuenta los criterios de ponderación con frecuencia de falla, flexibilidad, tiempo de operación. En la tabla que se muestra a continuación se muestra los valores para cada uno de los criterios [19].


**Tabla 58.** Valoración para el análisis de criticidad de los fallos y sus riesgos.

VALORACIONES	
FRECUENCIA DE FALLA	VALOR
Parámetro mayor a 4 fallas/año	4
Promedio 2-4 fallas/año	3
Buena 1-2 fallas/año	2
Excelentes menores de 1 falla/año	1
IMPACTO OPERACIONAL	VALOR
Parada inmediata total	10
Parada del complejo planta y tiene repercusión en otros complejos	6
Impacto en niveles de producción o calidad	4
Repercute en costos operacionales adicionales asociados a disponibilidad	2
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALOR
No existe opción de producción y no existe función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1
COSTO DE MANTENIMIENTO	VALOR
Mayor o igual a 1200 USD	2
Inferior a 1200 USD	1
IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE E HIGIENE	VALOR
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños reversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (Accidentes e incidentes) personal propio	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales	1


**Tabla 59.** Análisis de criticidad de la Pulidora Grande.

SICCPETR S.A. ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 Siccpetr SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO			
ELABORADO POR			EQUIPO/HERRAMIENTA			CÓDIGO	MODELO	MARCA	
Alexander Castro			Pulidora grande			SCC-017	DWP849-B3	DEWALT	
No	COMPONENTE	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	FRECUANCIA DE FALLA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
1	Motor eléctrico	10	2	1	4	3	25	75	CRÍTICO
2	Mecanismo de transmisión	6	1	1	2	2	9	18	CRÍTICO
3	Cojinete	4	1	1	4	2	9	18	CRÍTICO
4	Engranajes	6	1	1	2	2	9	18	CRÍTICO
6	Interruptor ON/OFF	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
7	Cableado	1	2	1	2	1	5	5	NO CRÍTICO
8	Fusibles	1	1	1	2	3	4	12	SEMICRÍTICO
9	Controles electrónicos	2	2	1	2	2	7	14	SEMICRÍTICO
10	Freno automático	1	1	1	4	1	6	6	NO CRÍTICO
11	Interruptor de seguridad	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
12	Disipadores de calor	2	2	1	2	2	7	14	SEMICRÍTICO
13	Ventilador	2	1	1	1	3	4	12	SEMICRÍTICO
14	Filtros de polvo	2	1	1	1	2	4	8	NO CRÍTICO
							Promedio	16,833	
							Valores mayores a	16,833	CRÍTICO
							Valor intermedio	8,417	SEMICRÍTICO
							Valores menores a	8,417	NO CRÍTICO


**Tabla 60.** Análisis de criticidad del Motor Tool.

SICCPETR S.A. ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 Siccpetr SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO			
ELABORADO POR		EQUIPO/HERRAMIENTA				CÓDIGO	MODELO	MARCA	
Alexander Castro		Motor Tool				SCC-021	DR290-1	DREMEL	
No	COMPONENTE	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
1	Portabrocas	6	2	1	2	3	15	45	CRÍTICO
2	Engranajes	6	1	1	2	2	9	18	SEMICRÍTICO
3	Motor eléctrico	10	1	1	4	3	15	45	CRÍTICO
4	Interruptor encendido	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
6	Interruptor apagado	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
7	Interruptor de velocidad	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
8	Cableado eléctrico	2	1	1	2	3	5	15	SEMICRÍTICO
9	Empuñadura ergonómica	6	2	1	1	3	14	42	CRÍTICO
10	Interruptor de seguridad	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
11	Ventilador	4	2	1	2	2	11	22	CRÍTICO
12	Botón del bloqueo del husillo	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
13	Botón de liberación rápido del husillo	4	2	1	1	1	10	10	SEMICRÍTICO
14	Filtros de polvo	2	1	1	1	2	4	8	NO CRÍTICO
							Promedio	18,333	
							Valores mayores a	18,333	CRÍTICO
							Valor intermedio	9,167	SEMICRÍTICO
							Valores menores a	9,167	NO CRÍTICO


**Tabla 61.** Análisis de criticidad del Taladro de Potencia.

SICCPETR S.A. ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO			
ELABORADO POR			EQUIPO/HERRAMIENTA			CÓDIGO	MODELO	MARCA	
Alexander Castro			Taladro de potencia			SCC-025	GBM23-2	BOSCH	
No	COMPONENTE	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
1	Portabrocas	4	2	1	2	3	11	33	CRÍTICO
2	Palanca de avance	4	1	1	2	2	7	14	SEMICRÍTICO
3	Broca	2	1	1	1	4	4	16	CRÍTICO
4	Engranajes	4	2	1	2	1	11	11	SEMICRÍTICO
5	Motor eléctrico	10	2	1	2	2	23	46	CRÍTICO
6	Interruptores ON/OFF	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
7	Interruptor de velocidad	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
8	Empuñadura ergonómica	6	1	1	1	1	8	8	SEMICRÍTICO
9	Interruptor de seguridad	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
10	Ventilador	4	2	1	2	2	11	22	CRÍTICO
11	Mango lateral	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
12	Carcasa	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
							Promedio	14,250	
							Valores mayores a	14,250	CRÍTICO
							Valor intermedio	7,125	SEMICRÍTICO
							Valores menores a	7,125	NO CRÍTICO

**Tabla 62.** Análisis de criticidad del Compresor.


SICCPETR S.A. ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 Siccpetr SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO			
ELABORADO POR			EQUIPO/HERRAMIENTA			CÓDIGO	MODELO	MARCA	
Alexander Castro			Compresor			SCC-074	COMP-240LH	TRUPER	
No	COMPONENTE	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	FRECUANCIA DE FALLA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
1	Cilindro de compresión	6	4	1	2	2	27	54	CRÍTICO
2	Pistón	10	2	1	2	2	23	46	CRÍTICO
3	Tanque de almacenamiento	6	2	1	1	1	14	14	SEMICRÍTICO
4	Válvula de retención	6	1	1	2	2	9	18	CRÍTICO
5	Motor eléctrico	10	2	1	2	2	23	46	CRÍTICO
6	Interruptores ON/OFF	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
7	Banda de accionamiento	6	1	1	1	3	8	24	CRÍTICO
8	Cable eléctrico	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
9	Regulador de presión	4	2	1	1	1	10	10	SEMICRÍTICO
10	Manómetros	2	2	1	2	2	7	14	CRÍTICO
11	Válvula de salida	4	2	1	1	1	10	10	SEMICRÍTICO
12	Interruptor de seguridad	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
13	Enfriador	2	2	1	2	2	7	14	CRÍTICO
14	Estructura	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
15	Ruedas	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
							Promedio	17,867	
							Valores mayores a	17,867	CRÍTICO
							Valor intermedio	8,933	SEMICRÍTICO
							Valores menores a	8,933	NO CRÍTICO

**Tabla 63.** Análisis de criticidad de la Hidro Lavadora.


SICCPETR S.A. ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO			
ELABORADO POR		EQUIPO/HERRAMIENTA				CÓDIGO	MODELO	MARCA	
Alexander Castro		Soldadora				SCC-076	SOT-250A	TRUPER	
No	COMPONENTE	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	FRECUANCIA DE FALLA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
1	Antorcha	10	2	1	2	3	23	69	CRÍTICO
2	Cable de conexión	6	1	1	1	2	8	16	CRÍTICO
3	Transformador	4	2	1	1	1	10	10	SEMICRÍTICO
4	Fuente de alimentación	4	2	1	1	1	10	10	SEMICRÍTICO
5	Cable de alimentación	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
6	Protección térmica	4	1	1	2	2	7	14	CRÍTICO
7	Válvula de apagado de emergencia	2	2	1	2	2	7	14	CRÍTICO
8	Fusibles	2	1	1	1	2	4	8	SEMICRÍTICO
9	Ventilador	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
10	Carcasa	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
11	Ruedas	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
12	Mango de transporte	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
							Promedio	13,417	
							Valores mayores a	13,417	CRÍTICO
							Valor intermedio	6,708	SEMICRÍTICO
							Valores menores a	6,708	NO CRÍTICO



**Tabla 64.** Análisis de criticidad de la Hidro Lavadora.

SICCPETR S.A. ANÁLISIS DE CRITICIDAD							 Servicio de Inspección Control de Calidad para el Sector Petrolero		
ELABORADO POR			EQUIPO/HERRAMIENTA			CÓDIGO	MODELO	MARCA	
Alexander Castro			Hidro Lavadora			SCC-270	BW13-B3	BLACK&DECKER	
No	COMPONENTE	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
1	Motor eléctrico	6	2	1	2	2	15	30	CRÍTICO
2	Bomba de presión	4	2	1	2	3	11	33	CRÍTICO
3	Filtro de entrada y salida	2	1	1	1	2	4	8	SEMICRÍTICO
4	Válvula	2	1	1	1	2	4	8	SEMICRÍTICO
5	Interruptores OFF/ON	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
6	Pistola de pulverización	2	1	1	1	2	4	8	SEMICRÍTICO
7	Boquillas	2	2	1	1	2	6	12	CRÍTICO
8	Depósito de detergente	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
9	Manguera de presión	2	1	1	1	2	4	8	SEMICRÍTICO
10	Carcasa o chasis	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
11	Ruedas	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
12	Asa	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
							Promedio	10,250	
							Valores mayores a	10,250	CRÍTICO
							Valor intermedio	5,125	SEMICRÍTICO
							Valores menores a	5,125	NO CRÍTICO

**Tabla 65.** Análisis de criticidad del Ultrasonido.

SICCPETR S.A. ANÁLISIS DE CRITICIDAD						 <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>			
ELABORADO POR			EQUIPO/HERRAMIENTA			CÓDIGO	MODELO	MARCA	
Alexander Castro			Ultrasonido			SCC-322	ACC-ST200	OLYMPUS	
No	COMPONENTE	Impacto Operacional	Flexibilidad	Costos de Mantenimiento	Impacto SAH	FRECUANCIA DE FALLA	CONCECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
1	Transductor	4	2	1	1	2	10	20	CRÍTICO
2	Acoplamiento	2	1	1	1	3	4	12	SEMICRÍTICO
3	Selector de modos de medición	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
4	Elemento de calibración	4	1	1	2	2	7	14	CRÍTICO
5	Pantalla LCD	6	2	1	2	2	15	30	CRÍTICO
6	Teclas de control	2	2	1	1	2	6	12	SEMICRÍTICO
7	Baterías	2	1	1	2	3	5	15	CRÍTICO
8	Conector de corriente alterna	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
9	Carcasa	1	1	1	1	2	3	6	NO CRÍTICO
10	Conectores	2	1	1	1	2	4	8	SEMICRÍTICO
11	Cristal piezoeléctrico	6	2	1	2	2	15	30	CRÍTICO
12	Cable de conexión del transductor	1	1	1	1	2	3	6	NO CRÍTICO
12	Receptor de señal ultrasónica	2	2	1	2	1	7	7	SEMICRÍTICO
							Promedio	13,000	
							Valores mayores a	13,000	CRÍTICO
							Valor intermedio	6,500	SEMICRÍTICO
							Valores menores a	6,500	NO CRÍTICO

De los datos obtenidos con el análisis de criticidad de las tablas anteriores se mencionan los componentes más críticos de cada máquina.

**Tabla 66.** Resumen de componentes más críticos de Pulidora grande.

EQUIPO/HERRAMIENTA	Pulidora grande
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
Motor eléctrico	CRÍTICO
Mecanismo de transmisión	CRÍTICO
Cojinete	CRÍTICO
Engranajes	CRÍTICO

**Tabla 67.** Resumen de componentes más críticos del Motor Tool.

EQUIPO/HERRAMIENTA	Motor Tool
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
Portabrocas	CRÍTICO
Motor eléctrico	CRÍTICO
Empuñadura ergonómica	CRÍTICO
Ventilador	CRÍTICO

**Tabla 68.** Resumen de componentes más críticos del Taladro de Potencia.

EQUIPO/HERRAMIENTA	Taladro de Potencia
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
Portabrocas	CRÍTICO
Broca	CRÍTICO
Motor eléctrico	CRÍTICO
Ventilador	CRÍTICO

**Tabla 69.** Resumen de componentes más críticos del Compresor.

EQUIPO/HERRAMIENTA	Compresor
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
Cilindro de compresión	CRÍTICO
Pistón	CRÍTICO
Válvula de retención	CRÍTICO
Motor eléctrico	CRÍTICO
Banda de accionamiento	CRÍTICO
Manómetros	CRÍTICO
Enfriador	CRÍTICO

**Tabla 70.** Resumen de componentes más críticos de la Soldadora.

EQUIPO/HERRAMIENTA	Soldadora
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
Antorcha	CRÍTICO
Cable de conexión	CRÍTICO
Protección térmica	CRÍTICO
Válvula de apagado de emergencia	CRÍTICO

**Tabla 71.** Resumen de componentes más críticos de la Hidro Lavadora.

EQUIPO/HERRAMIENTA	Hidro Lavadora
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
Motor eléctrico	CRÍTICO
Bomba de presión	CRÍTICO
Boquillas	CRÍTICO

**Tabla 72.** Resumen de componentes más críticos del Medidor de Ultrasonido.

EQUIPO/HERRAMIENTA	Medidor de Ultrasonido
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
Transductor	CRÍTICO
Elemento de calibración	CRÍTICO
Pantalla LCD	CRÍTICO
Baterías	CRÍTICO
Cristal piezoeléctrico	CRÍTICO

### 3.6 Bitácora de mantenimiento de las máquinas de la empresa SICCPETR S.A.

La bitácora de mantenimiento es un registro que sirve para llevar las actividades de las máquinas de una empresa ya sean diarias, semanales, mensuales y anuales. Para las bitácoras de mantenimiento que se muestra de la Tabla 70 a la Tabla 77, se utilizó un código de colores que se muestra a continuación: [20]

**Tabla 73.** Frecuencia de mantenimiento para la bitácora.

FRECUENCIA	COLOR
DIARIO	Verde
SEMANAL	Azul
MENSUAL	Amarillo
TRIMESTRAL	Naranja
SEMESTRAL	Azul oscuro
ANUAL	Rojo

Tabla 74. Bitácora de mantenimiento de la Pulidora.


BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
MÁQUINA/HERRAMIENTA	PULIDORA GRANDE												MODELO	DWP849-B3																																			
CÓDIGO	SCC-017												MARCA	DEWALT																																			
No	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		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	Implementar protección contra sobrecargas																																																
2	Inspeccionar para evitar desgaste, daño o acumulación de suciedad.																																																
3	Verificar cualquier ruido inusual durante el funcionamiento.																																																
4	Reemplazar si presenta signos de desgaste																																																
5	Cambiar de interruptores si están en mal estado																																																
6	Verificar si no existe ruptura de cables																																																
7	Utilizar fusibles acorde al amperaje de la maquina																																																
8	Limpieza de circuitos																																																
9	Verificar el ajuste del freno automático																																																
10	Reemplazar si presenta signos de desgaste																																																
11	Limpieza periódica																																																
12	Reemplazar de ventilador en caso no funcione																																																
13	Limpiar cada cierto tiempo																																																



Tabla 75. Bitácora de mantenimiento del Motor Tool.


BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																		 Siccpetr <small>SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO</small>																		
MÁQUINA/HERRAMIENTA		MOTOR TOOL												MODELO								DR290-1																														
CÓDIGO		SCC-021												MARCA								DREMEL																														
No	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO								SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE		
		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	Lubricar con aceite para evitar desgaste (3-EN-UNO)	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█							
2	Verificar si los dientes están en buenas condiciones	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█					
3	Mantener limpio los disipadores de calor para evitar sobrecalentamiento	█				█																																														
4	Revisar si no existe golpes en los interruptores		█																																																	
5	Cambio de interruptor																																																	█		
6	Revisar si no existe golpes en los interruptores		█																																																	
7	Revisar la conexión antes de utilizar	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█		
8	Ajustar la empuñadura	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
9	Revisar es estado del interruptor	█																																																		
10	Verificar que no se obstruyan las aberturas		█																																																	
11	Evitar que se acumule residuos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
12	Asegurar que el botón este completamente liberado	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Tabla 76.Bitácora de mantenimiento del Taladro de Potencia.


		BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																												 SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO																			
MÁQUINA/HERRAMIENTA		TALADRO DE POTENCIA												MODELO				GBM23-2																															
CÓDIGO		SCC-025												MARCA				BOSCH																															
No	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		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	Lubricar con grasa blanca de litio	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
2	Asegurar su funcionamiento o reemplazar	█																								█																							
3	Verificar el estado de las brocas	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
4	Mantenimiento regular		█																																														
5	Limpiar los residuos causadas por las perforaciones	█								█																█								█															
6	Probar regularmente los interruptores	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
7	Probar regularmente los interruptores	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
8	Reemplazar si esta dañada						█																																										
9	No intentar eludir el interruptor																																												█				
10	Limpeza periódica		█																																														
11	Ajustar correctamente	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
12	Reemplazar si muestra grietas o rupturas																																												█				

Tabla 77. Bitácora de mantenimiento del Compresor.


BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																 SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO																	
MÁQUINA/HERRAMIENTA	COMPRESOR												MODELO	COMP-240LH																																			
CÓDIGO	SCC-074												MARCA	TRUPER																																			
No	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		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	Verificar que el cilindro este correctamente lubricado	■												■																																			
2	Cambiar y lubricar con aceite SAE 10W30		■																																														
3	Realizar pruebas de presión	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■							
4	Limpiar para evitar obstrucciones	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
5	Verificar voltajes de acuerdo al fabricante (220 V)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
6	Verificar interruptores y realizar cambios																																																
7	Ajustar la banda de acuerdo al uso		■											■																				■															
8	Reemplazar cables defectuosos																																																
9	Calibrar y ajustar según la necesidad	■																				■																											
10	Calibrar y verificar periódicamente		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■						
11	Realizar limpiezas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
12	Reemplazar interruptores defectuosos																																																
13	Limpiar para evitar obstrucciones		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■						
14	Inspeccionar regularmente la estructura		■																																														
15	Revisar el estado de las ruedas para el correcto transporte	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

Tabla 78. Bitácora de mantenimiento de la Soldadora.


		BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																															
MÁQUINA/HERRAMIENTA		SOLDADORA												MODELO				SOT-250A																															
CÓDIGO		SCC-076												MARCA				TRUPER																															
No	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		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	Verificar la antorcha y evitar tirones bruscos																																																
2	Inspeccionar aislamientos regularmente																																																
3	Controlar la temperatura del transformador durante la operación																																																
4	Verificar la energía del equipo																																																
5	Inspeccionar si no existe deterioro en el cable																																																
6	Cambiar el aislante térmico para evitar sequedad																																																
7	Probar la válvula regularmente																																																
8	Cambiar fusibles de tipo y amperaje adecuado																																																
9	Limpier las aberturas																																																
10	Realizar operaciones o reemplazo si es necesario																																																
11	Lubricar regularmente con aceite lubricante (3-EN-UNO)																																																
12	Verificar si no existe grietas ni ruptura para el transporte																																																

Tabla 79. Bitácora de mantenimiento de la Hidro Lavadora.



		BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																												 SERVICIO DE INSPECCIÓN CONTROL DE CALIDAD PARA EL SECTOR PETROLERO																			
MÁQUINA/HERRAMIENTA		HIDRO LAVADORA												MODELO				BW13-B3																															
CÓDIGO		SCC-270												MARCA				BLACK & DECKER																															
No	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		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	Establecer intervalos de uso	█																																															
2	Verificar la presión constantemente	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
3	Limpiar para evitar obstrucciones	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
4	Cambiar los empaques para evitar fugas		█																																														
5	Realizar pruebas de funcionalidad																																																
6	Verificación el estado del gatillo de la pistola de pulverización	█																																															
7	Limpiar para evitar taponamiento	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█				
8	Limpiar el deposito regularmente	█																																															
9	Realizar operaciones o reemplazo si es necesario			█																																													
10	Verificación si no existe grietas o ruptura																																																
11	Rotar regularmente																																																
12	Verificar la resistecia cada cierto tiempo																																																

Tabla 80. Bitácora de mantenimiento del Ultrasonido.

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
MÁQUINA/HERRAMIENTA		ULTRASONIDO								MODELO				ACC-ST200																																			
CÓDIGO		SCC-322								MARCA				OLYMPUS																																			
No	ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		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	Verificar el cristal piezoeléctrico	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
2	Verificar que no exista suciedad ni oxido en el acople	█												█																																			
3	Verificar y mantener los sellos en buenas condiciones		█																																														
4	Realizar pruebas de funcionalidad		█																																														
5	Inspección visual de los pixeles		█																																														
6	Limpiar las teclas regularmente																																					█	█	█	█								
7	Almacenar el equipo en un lugar seco																																																
8	Evitar tensiones innecesarias		█				█				█				█				█				█				█				█				█				█										
9	Proteger el equipo contra golpes																																																
10	Mantener los conectores limpios y secos	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
11	Evitar impactos en la zona	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								
12	Evitar tensiones excesivas	█				█				█				█				█				█				█				█				█				█											
13	Proteger el receptor de interferencias electromagnéticas	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█								

### 3.7 Gama de mantenimiento

Por efectos de disponibilidad, factibilidad y acuerdo con la empresa se establece que la gama de manteniendo va a realizarse mensual, a continuación, se muestran las siguientes tablas:

**Tabla 81.** Gama de mantenimiento de la Pulidora.

SICCPETR S.A. GAMA DE MANTENIMIENTO			
Máquina/Herramienta	PULIDORA GRANDE	Modelo	DWP849-B3
Código	SCC-017	Marca	DEWALT
Fecha	7/1/2023	Mes	Enero
Elaborado por	Alexander Castro	Revisado por	Ing. Christian Castro
Actividad			Frecuencia
Implementar protección contra sobrecargas			Trimestral
Inspeccionar para evitar desgaste, daño o acumulación de suciedad.			Semanal
Verificar cualquier ruido inusual durante el funcionamiento.			Diario
Reemplazar si presenta signos de desgaste			Semestral
Cambiar de interruptores si están en mal estado			Anual
Verificar si no existe ruptura de cables			Semestral
Utilizar fusibles acordes al amperaje de la máquina			Semestral
Limpieza de circuitos			Anual
Verificar el ajuste del freno automático			Anual
Reemplazar si presenta signos de desgaste			Semestral
Limpieza periódica			Trimestral
Remplazar de ventilador en caso no funcione			Anual
Limpiar cada cierto tiempo			Mensual

**Tabla 82.** Gama de mantenimiento del Motor Tool.

SICCPETR S.A. GAMA DE MANTENIMIENTO			
Máquina/Herramienta	MOTOR TOOL	Modelo	DR290-1
Código	SCC-021	Marca	DREMEL
Fecha	7/1/2023	Mes	Abril
Elaborado por	Alexander Castro	Revisado por	Ing. Christian Castro
Actividad			Frecuencia
Lubricar con aceite para evitar desgaste (3-EN-UNO)			Diario
Verificar si los dientes están en buenas condiciones			Semanal
Mantener limpio los disipadores de calor para evitar sobrecalentamiento			Mensual
Revisar si no existe golpes en los interruptores			Semestral
Cambio de interruptor			Anual
Revisar si no existe golpes en los interruptores			Semestral
Revisar la conexión antes de utilizar			Semanal
Ajustar la empuñadura			Semanal
Revisar es estado del interruptor			Trimestral
Verificar que no se obstruyan las aberturas			Trimestral
Evitar que se acumule residuos			Semanal
Asegurar que el botón este completamente liberado			Diario



**Tabla 83.** Gama de mantenimiento del Taladro de Potencia.

SICCPETR S.A. GAMA DE MANTENIMIENTO			
Máquina/Herramienta	TALADRO DE POTENCIA	Modelo	GBM23-2
Código	SCC-025	Marca	BOSCH
Fecha	7/1/2023	Mes	Marzo
Elaborado por	Alexander Castro	Revisado por	Ing. Christian Castro
Actividad			Frecuencia
Lubricar con grasa blanca de litio			Semanal
Asegurar su funcionamiento o reemplazar			Semestral
Verificar el estado de las brocas			Diario
Mantenimiento regular			Semestral
Limpiar los residuos causadas por las perforaciones			Trimestral
Probar regularmente los interruptores			Semanal
Probar regularmente los interruptores			Semanal
Reemplazar si esta dañada			Semestral
No intentar eludir el interruptor			Anual
Limpieza periódica			Trimestral
Ajustar correctamente			Diario
Reemplazar si muestra grietas o rupturas			Anual

**Tabla 84.** Gama de mantenimiento del Compresor.

SICCPETR S.A. GAMA DE MANTENIMIENTO			
Máquina/Herramienta	COMPRESOR	Modelo	COMP-240LH
Código	SCC-074	Marca	TRUPER
Fecha	8/1/2023	Mes	Julio
Elaborado por	Alexander Castro	Revisado por	Ing. Christian Castro
Actividad			Frecuencia
Verificar que el cilindro este correctamente lubricado			Trimestral
Cambiar y lubricar con aceite SAE 10W30			Semestral
Realizar pruebas de presión			Mensual
Limpiar para evitar obstrucciones			Semanal
Verificar voltajes de acuerdo al fabricante (220 V)			Semanal
Ajustar la banda de acuerdo al uso			Trimestral
Calibrar y ajustar según la necesidad			Semestral
Calibrar y verificar periódicamente			Mensual
Realizar limpiezas			Diario
Limpiar para evitar obstrucciones			Mensual
Inspeccionar regularmente la estructura			Semestral
Revisar el estado de las ruedas para el correcto transporte			Semanal

**Tabla 85.** Gama de mantenimiento de la Soldadora.

SICCPETR S.A. GAMA DE MANTENIMIENTO			
Máquina/Herramienta	SOLDADORA	Modelo	SOT-250A
Código	SCC-076	Marca	TRUPER
Fecha	7/1/2023	Mes	Septiembre
Elaborado por	Alexander Castro	Revisado por	Ing. Christian Castro
Actividad			Frecuencia
Verificar la antorcha y evitar tirones bruscos			Diario
Inspeccionar aislamientos regularmente			Semestral
Controlar la temperatura del transformador durante la operación			Semestral
Verificar la energía del equipo			Semanal
Inspeccionar si no existe deterioro en el cable			Mensual
Cambiar el aislante térmico para evitar sequedad			Anual
Probar la válvula regularmente			Semanal
Cambiar fusibles de tipo y amperaje adecuado			Anual
Limpiar las aberturas			Trimestral
Realizar operaciones o reemplazo si es necesario			Anual
Lubricar regularmente con aceite lubricante (3-EN-UNO)			Semestral
Verificar si no existe grietas ni ruptura para el transporte			Anual

**Tabla 86.** Gama de mantenimiento de la Hidro Lavadora.

SICCPETR S.A. GAMA DE MANTENIMIENTO			
Máquina/Herramienta	HIDRO LAVADORA	Modelo	BW13-B3
Código	SCC-270	Marca	BLACK & DECKER
Fecha	7/1/2023	Mes	Junio
Elaborado por	Alexander Castro	Revisado por	Ing. Christian Castro
Actividad			Frecuencia
Establecer intervalos de uso			Trimestral
Verificar la presión constantemente			Semanal
Limpiar para evitar obstrucciones			Diario
Cambiar los empaques para evitar fugas			Semestral
Realizar pruebas de funcionalidad			Anual
Verificación el estado del gatillo de la pistola de pulverización			Trimestral
Limpiar para evitar taponamiento			Diario
Limpiar el depósito regularmente			Semestral
Realizar operaciones o reemplazo si es necesario			Semestral
Verificación si no existe grietas o ruptura			Anual
Rotar regularmente			Anual
Verificar la resistencia cada cierto tiempo			Anual

**Tabla 87.** Gama de mantenimiento del Ultrasonido.

SICCPETR S.A. GAMA DE MANTENIMIENTO			
Máquina/Herramienta	ULTRASONIDO	Modelo	ACC-ST200
Código	SCC-322	Marca	OLYMPUS
Fecha	7/1/2023	Mes	Octubre
Elaborado por	Alexander Castro	Revisado por	Ing. Christian Castro
Actividad			Frecuencia
Verificar el cristal piezoeléctrico			Diario
Verificar que no exista suciedad ni oxido en el acople			Trimestral
Verificar y mantener los sellos en buenas condiciones			Semestral
Realizar pruebas de funcionalidad			Trimestral
Inspección visual de los pixeles			Trimestral
Limpiar las teclas regularmente			Anual
Almacenar el equipo en un lugar seco			Anual
Evitar tensiones innecesarias			Mensual
Proteger el equipo contra golpes			Anual
Mantener los conectores limpios y secos			Diario
Evitar impactos en la zona			Semanal
Evitar tensiones excesivas			Mensual
Proteger el receptor de interferencias electromagnéticas			Diario

### **3.8 Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa SICCPETR S.A. de la ciudad del Coca.**

#### **3.8.1 Alcance**

Este plan de mantenimiento preventivo detalla las acciones diseñadas exclusivamente para las máquinas y equipos de la empresa "SICCPETR S.A.", con sede en la ciudad de Ciudad del Coca. Este documento está destinado únicamente para la referencia y aplicación por parte del gerente y los operarios de la empresa.

#### **3.8.2 Objetivos del plan**

- Evitar y reducir fallos inesperados de las máquinas mejorando la fiabilidad operativa.
- Mejorar la eficiencia y planificación de las tareas y actividades de mantenimiento preventivo mediante la automatización con un software (FRACTTAL ONE).
- Informar a los técnicos acerca del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos de la empresa SICCPETR S.A. de la ciudad del Coca.

#### **3.8.3 Plan de mantenimiento**

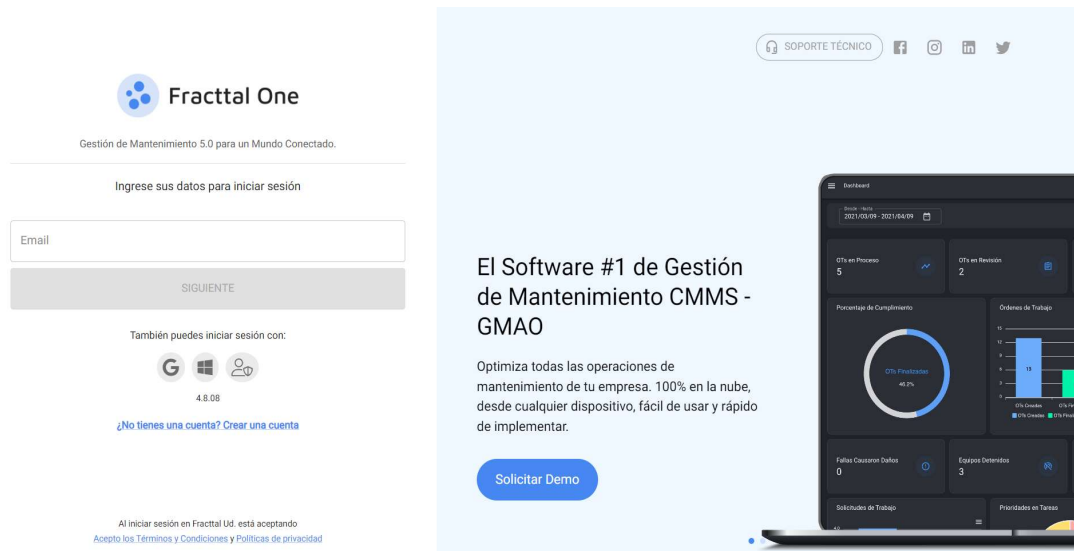
Para el plan de mantenimiento de la empresa SICCPETR S.A. de la ciudad del Coca se utilizará el software FRACTTAL ONE, por efecto de confidencialidad de la empresa se entregará el correo y contraseña al gerente.

##### **3.8.3.1 Instructivo del software FRACTTAL ONE**

###### **✓ Añadir equipo o máquina**

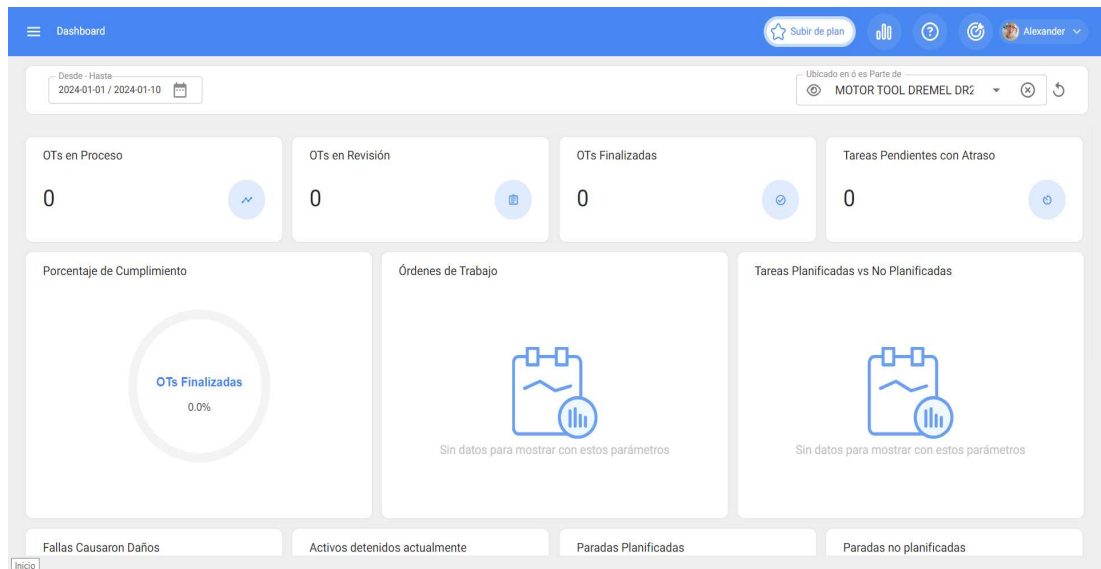
1. Ingresar al siguiente link para el registro de usuario y contraseña:  
<https://one.fractal.com/signin>.

Aparecerá la ventana para registro de correo y contraseña, para esto se ha creado un correo específicamente para esto.



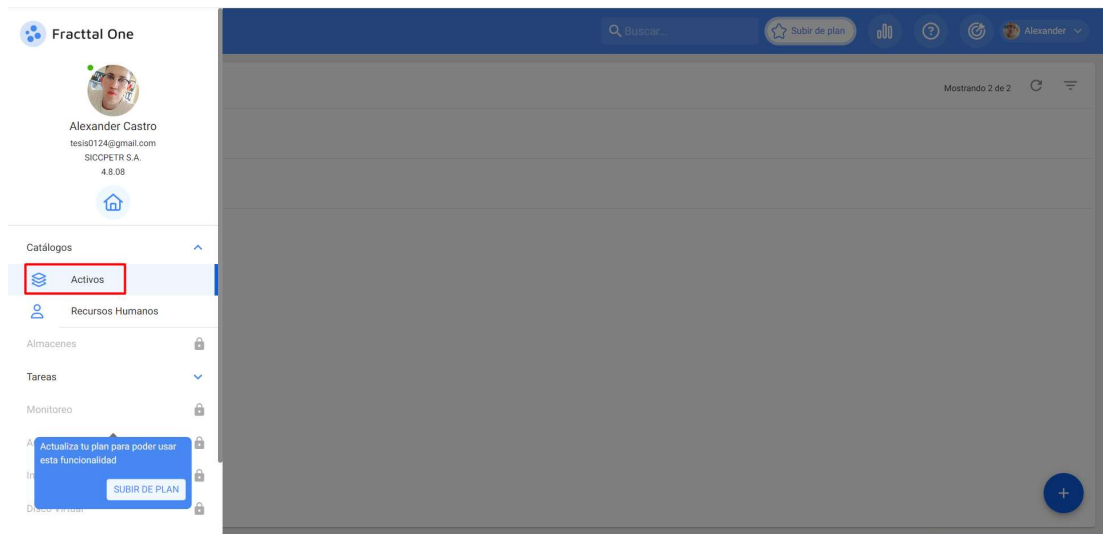
**Figura 12.** Registro del software.

2. Una vez registrado los datos, se mostrará el Dashboard de la plataforma.



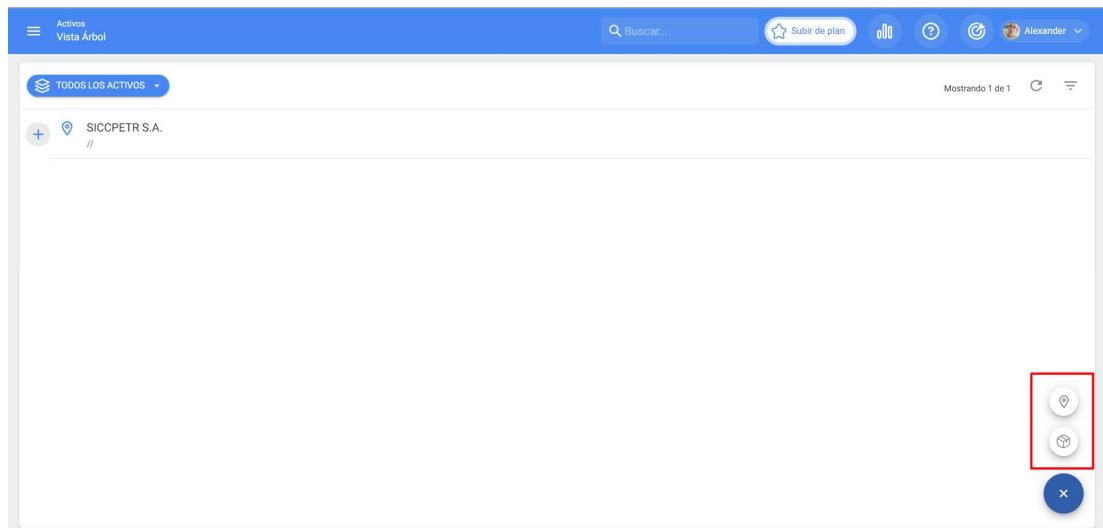
**Figura 13.** Dashboard de la plataforma.

3. En la parte derecha presionamos en las tres líneas para ingresar al menú, aparecerá el menú de programa, ingresaremos nuestros activos.



**Figura 14.** Añadir activos.

4. Presionamos en el +, aparecerá dos iconos, uno para ingresar los datos de la empresa y el otro para ingresar datos de las máquinas.



**Figura 15.** Ingresar datos de las máquinas.



5. Ingresamos los datos de la empresa, el icono de ubicación será para este apartado se mostrará datos como nombre, código, dirección etc.

The screenshot shows a web interface for adding a company asset. The header includes 'Activos' and 'Vista Árbol'. The main form is titled 'SICCPETR S.A. Martha Bucaram Coca Francisco de Orellana...'. It features a QR code, a 'Subir de plan' button, and a 'GUARDAR' button. The form fields are: 'Localización' (//), 'Nombre' (SICCPETR S.A.), 'Código' (SCC), 'Dirección' (Martha Bucaram), 'Ciudad' (Coca), 'Departamento / Estado / Región' (Francisco de Orellana), and 'País' (Ecuador). A map of Francisco de Orellana, Ecuador, is displayed on the right. The left sidebar shows 'Detalles' with options for 'General', 'Formulario Personalizado', 'Estado de Salud Beta', 'Terceros', and 'Repuestos y Suministros'.

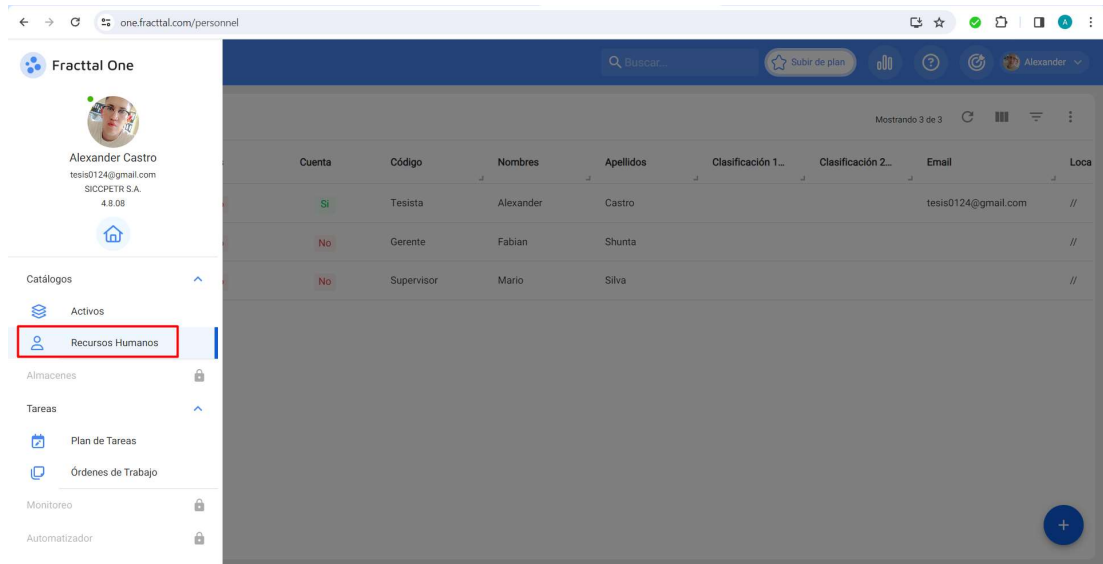
**Figura 16.** Ingresar datos de la empresa.

6. Ingresamos los datos de las máquinas que hemos realizado el plan de mantenimiento en el icono de la caja mostrado anteriormente.

The screenshot shows a web interface for adding a machine asset. The header includes 'Activos' and 'Equipos'. The main form is titled 'PULIDORA GRANDE DEWALT DWP849-B3 0000 ( SCC-17 )'. It features a QR code, a 'Subir de plan' button, and a 'GUARDAR' button. The form fields are: 'Ubicado en ó es Parte de' (// SICCPETR S.A./), 'Nombre' (PULIDORA GRANDE), 'Código' (SCC-17), 'Fabricante' (DEWALT), 'Modelo' (DWP849-B3), 'Número de Serial' (0000), 'Otro 1', 'Otro 2', 'Código de Barras', 'Prioridad' (Alta), 'Tipo' (ELECTRICO), 'Clasificación 1' (PREVENTIVO), 'Clasificación 2', 'Proveedor', and 'Fecha de Compra' (2016-01-03). An image of the machine is shown on the left. The left sidebar shows 'Detalles' with options for 'General', 'Formulario Personalizado', 'Estado de Salud Beta', 'Financiero', and 'Terceros'.

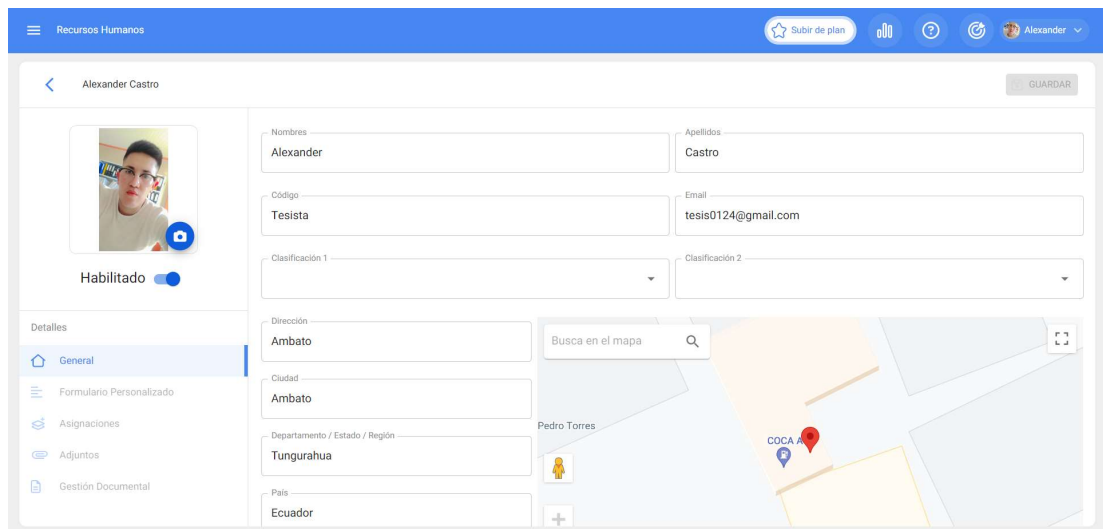
**Figura 17.** Agregar las máquinas.

7. Para ingresar los recursos humanos, presionamos en el menú la opción Recurso Humanos, aquí se agregará al personal responsable de llevar a cabo la ejecución de mantenimiento.



**Figura 18.** Ingresar nombres de los responsables de mantenimiento.

8. Se llenarán los datos correspondiente de cada responsable del mantenimiento.



**Figura 19.** Ingresar datos de los responsables de mantenimiento.

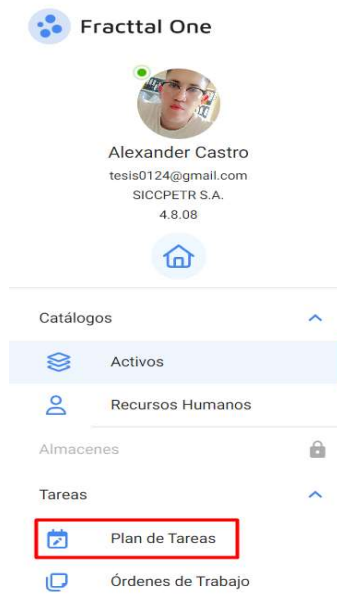
9. En caso de que se quiera adicionar más personal, se dará clic en el +.

<input type="checkbox"/>	Habilitado	Teams	Cuenta	Código	Nombres	Apellidos	Clasificación 1...	Clasificación 2...	Email	Loca
<input type="checkbox"/>	Si	No	Si	Tesista	Alexander	Castro			tesis0124@gmail.com	//
<input type="checkbox"/>	Si	No	No	Gerente	Fabian	Shunta				//
<input type="checkbox"/>	Si	No	No	Supervisor	Mario	Silva				//

**Figura 20.** Agregar a más personas.

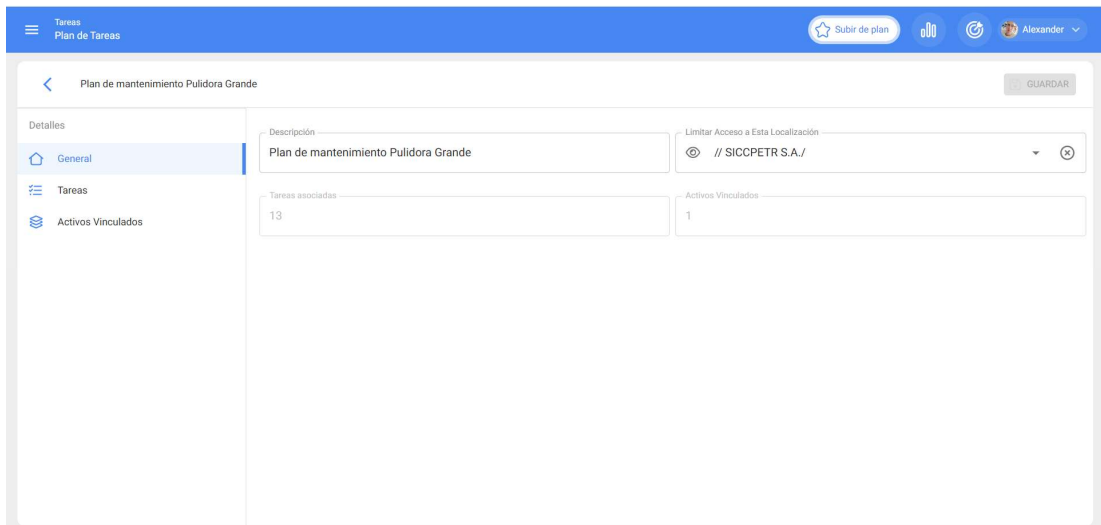
### ✓ Plan de tareas

1. Presionamos en la parte izquierda y nos dirigimos a plan de tareas para ingresar las actividades de mantenimiento de cada máquina.



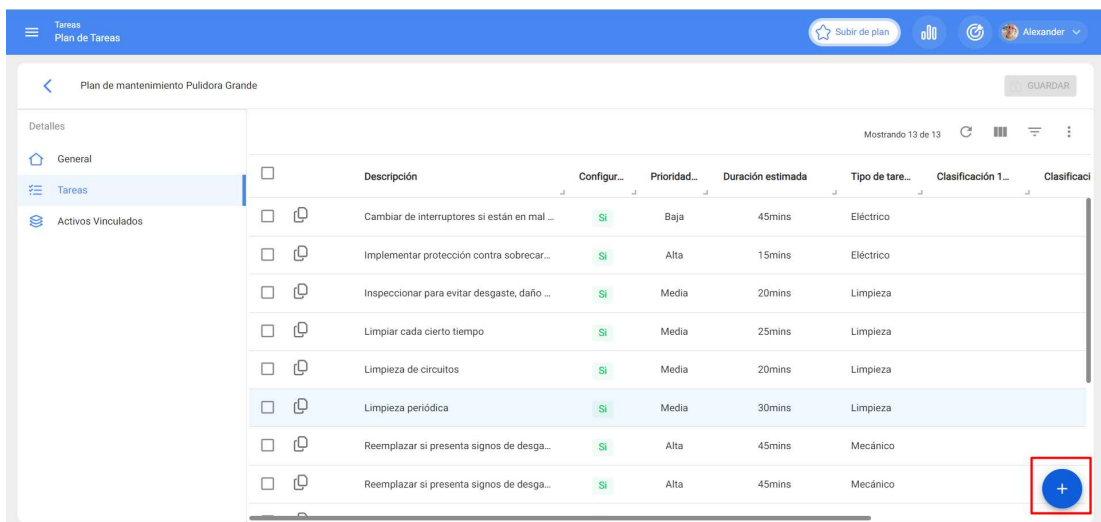
**Figura 21.** Ingresar el plan de tareas.

2. Presionamos en el + para agregar el nombre del plan de mantenimiento y la localización de la misma.



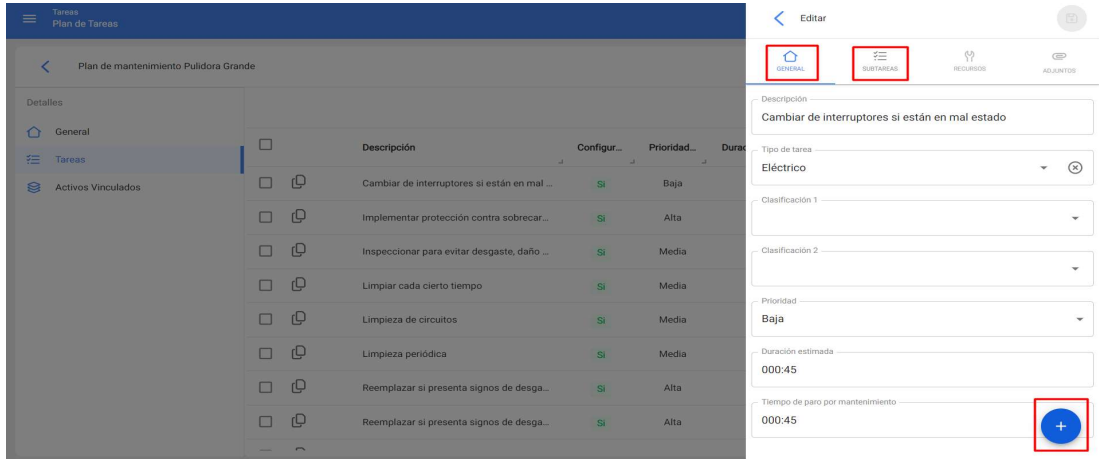
**Figura 22.** Nombramos el plan de mantenimiento de cada máquina.

3. A continuación, se agrega cada una de las actividades planificadas de cada máquina.



**Figura 23.** Agregar las actividades de mantenimiento de cada máquina.

4. Al agregar una tarea se verá reflejado un menú para ingresar la descripción de la tarea, tipo de tarea, tiempos de mantenimiento, tiempos de paro y fecha de mantenimiento.



**Figura 24.** Agregar la descripción de cada tarea.

5. Adicional a esto en los activadores se establecerá la fecha, frecuencia de mantenimiento y si la actividad es fija o no.

Activador Fecha

Hacer Cada: 1

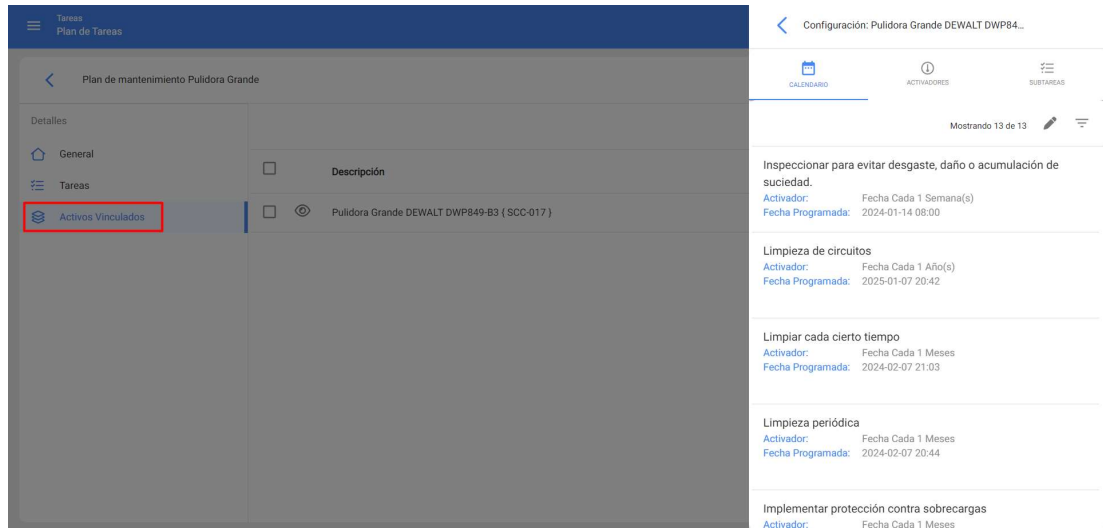
Frecuencia: Dia(s)

Repetir: Siempre

¿Programación fija?

**Figura 25.** Establecer la frecuencia de mantenimiento.

6. En el siguiente cuadro se vincula el plan creado dando clic en la opción **Activos vinculados**.



**Figura 26.** Vincular el plan de mantenimiento creado.

7. Si se presiona en cada actividad se visualizará las fechas de mantenimiento próximas a realizarse.



**Figura 27.** Fechas próximas de mantenimiento a realizarse.

## ✓ Orden de trabajo

1. Ve a la pestaña **Orden de Trabajo** y se reflejará todas las tareas de mantenimiento a realizarse.

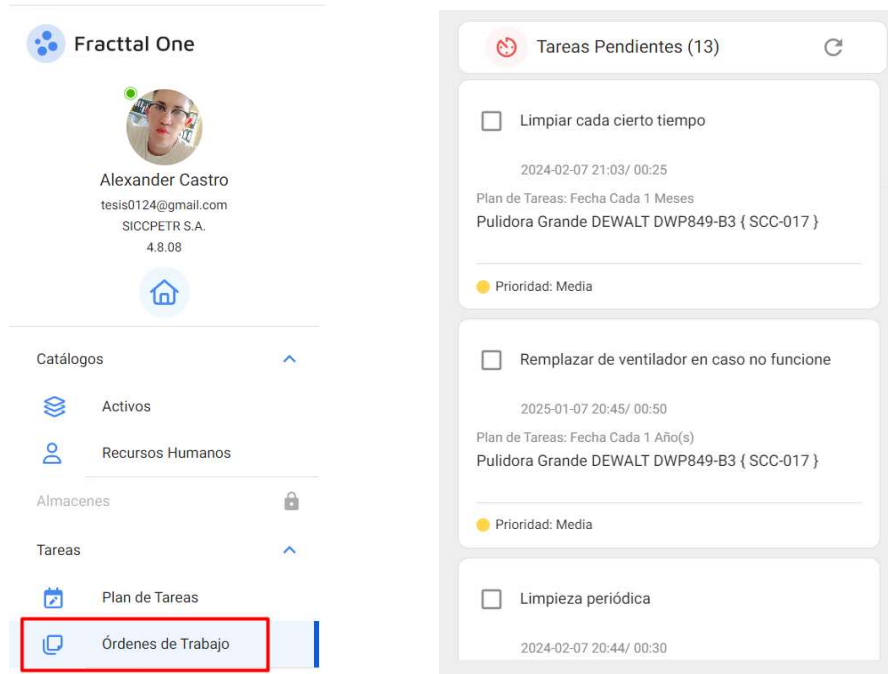


Figura 28. Crear orden de trabajo.

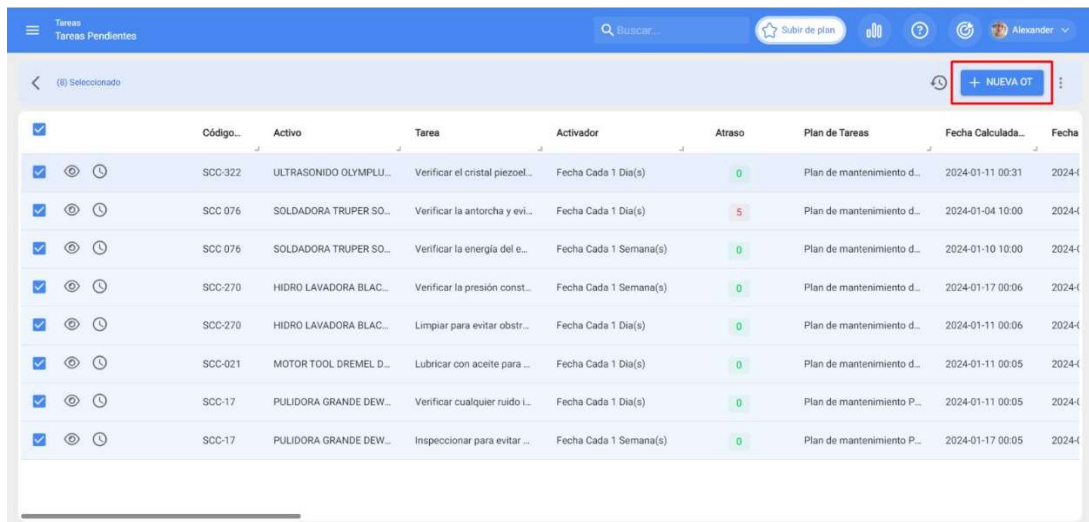
2. Como existen varias máquinas y varias actividades, presionaremos en el apartado seleccionado y nos aparecerá en una sola pantalla todas las tareas diarias, semanales y mensuales.

The screenshot shows the 'Tareas Pendientes' screen with a table of tasks. The table has columns for 'Código...', 'Activo', 'Tarea', 'Activador', 'Atraso', 'Plan de Tareas', 'Fecha Calculada...', and 'Fecha'. A red box highlights a dropdown menu in the top left corner of the table area. The table contains 8 rows of tasks with various details.

	Código...	Activo	Tarea	Activador	Atraso	Plan de Tareas	Fecha Calculada...	Fecha
<input type="checkbox"/>	SCC-322	ULTRASONIDO OLYMPLU...	Verificar el cristal piezoel...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-11 00:31	2024-1
<input type="checkbox"/>	SCC 076	SOLDADORA TRUPER SO...	Verificar la antorcha y evi...	Fecha Cada 1 Dia(s)	5	Plan de mantenimiento d...	2024-01-04 10:00	2024-1
<input type="checkbox"/>	SCC 076	SOLDADORA TRUPER SO...	Verificar la energía del e...	Fecha Cada 1 Semana(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-10 10:00	2024-1
<input type="checkbox"/>	SCC-270	HIDRO LAVADORA BLAC...	Verificar la presión const...	Fecha Cada 1 Semana(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-17 00:06	2024-1
<input type="checkbox"/>	SCC-270	HIDRO LAVADORA BLAC...	Limpiar para evitar obstr...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-11 00:06	2024-1
<input type="checkbox"/>	SCC-021	MOTOR TOOL DREMEL D...	Lubricar con aceite para ...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-11 00:05	2024-1
<input type="checkbox"/>	SCC-17	PULIDORA GRANDE DEW...	Verificar cualquier ruido l...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento P...	2024-01-11 00:05	2024-1
<input type="checkbox"/>	SCC-17	PULIDORA GRANDE DEW...	Inspeccionar para evitar ...	Fecha Cada 1 Semana(s)	0	Plan de mantenimiento P...	2024-01-17 00:05	2024-1

Figura 29. Actividades pendientes a realizar el plan de mantenimiento.

3. Seleccionamos todas las tareas de la parte izquierda que se va a realizar y presionamos en **Nueva OT**.

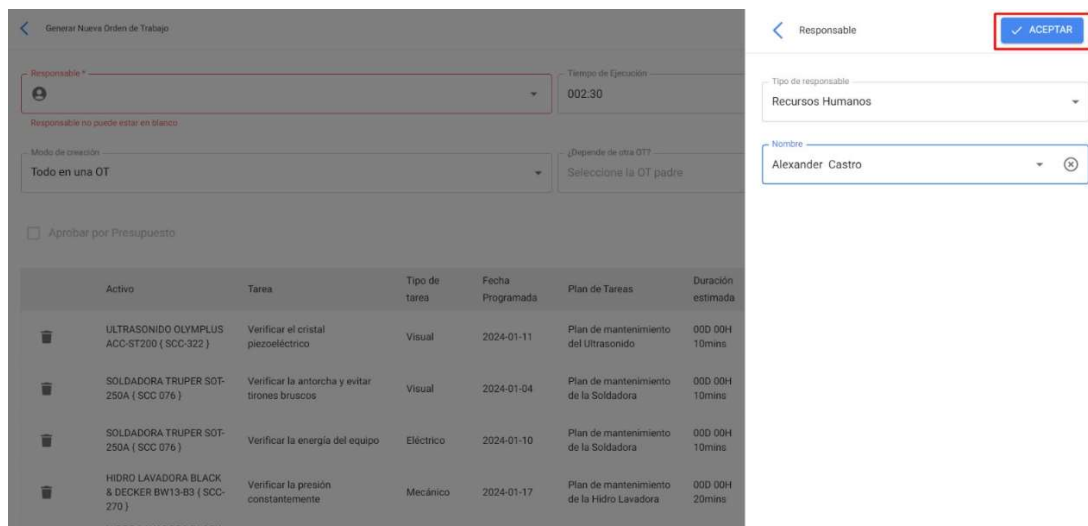


The screenshot shows a mobile application interface for task management. At the top, there is a blue header with a search bar and user profile. Below the header, a list of tasks is displayed, each with a checkbox on the left. A red box highlights a button labeled '+ NUEVA OT' in the top right corner of the task list area.

	Código...	Activo	Tarea	Activador	Atraso	Plan de Tareas	Fecha Calculada...	Fecha
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC-322	ULTRASONIDO OLYMPLU...	Verificar el cristal piezoel...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-11 00:31	2024-
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC 076	SOLDADORA TRUPER SO...	Verificar la antorcha y evi...	Fecha Cada 1 Dia(s)	5	Plan de mantenimiento d...	2024-01-04 10:00	2024-
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC 076	SOLDADORA TRUPER SO...	Verificar la energía del e...	Fecha Cada 1 Semana(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-10 10:00	2024-
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC-270	HIDRO LAVADORA BLAC...	Verificar la presión const...	Fecha Cada 1 Semana(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-17 00:06	2024-
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC-270	HIDRO LAVADORA BLAC...	Limpiar para evitar obstr...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-11 00:06	2024-
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC-021	MOTOR TOOL DREMEL D...	Lubricar con aceite para ...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento d...	2024-01-11 00:05	2024-
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC-17	PULIDORA GRANDE DEW...	Verificar cualquier ruido L...	Fecha Cada 1 Dia(s)	0	Plan de mantenimiento P...	2024-01-11 00:05	2024-
<input checked="" type="checkbox"/>	SCC-17	PULIDORA GRANDE DEW...	Inspeccionar para evitar ...	Fecha Cada 1 Semana(s)	0	Plan de mantenimiento P...	2024-01-17 00:05	2024-

Figura 30. Nueva orden de trabajo.

4. En este apartado se seleccionará al responsable de ejecutar el mantenimiento y se procederá a realizar la orden de trabajo.



The screenshot shows a mobile application interface for creating a new work order. The main form is titled 'General Nueva Orden de Trabajo' and contains fields for 'Responsable', 'Tipo de responsable', and 'Nombre'. A red box highlights the 'RESPONSABLE' section, which includes a dropdown menu and an 'ACEPTAR' button. Below the main form, there is a table listing tasks with their details.

Activo	Tarea	Tipo de tarea	Fecha Programada	Plan de Tareas	Duración estimada
ULTRASONIDO OLYMPLUS ACC-ST200 ( SCC-322 )	Verificar el cristal piezoeléctrico	Visual	2024-01-11	Plan de mantenimiento del Ultrasonido	000 00H 10mins
SOLDADORA TRUPER SOT-250A ( SCC 076 )	Verificar la antorcha y evitar trones bruscos	Visual	2024-01-04	Plan de mantenimiento de la Soldadora	000 00H 10mins
SOLDADORA TRUPER SOT-250A ( SCC 076 )	Verificar la energía del equipo	Eléctrico	2024-01-10	Plan de mantenimiento de la Soldadora	000 00H 10mins
HIDRO LAVADORA BLACK & DECKER BW13-B3 ( SCC-270 )	Verificar la presión constantemente	Mecánico	2024-01-17	Plan de mantenimiento de la Hidro Lavadora	000 00H 20mins

Figura 31. Seleccionar al responsable de mantenimiento.



5. A continuación, se reflejará en la pantalla las actividades de cada máquina que se va a realizar y se generara la orden de trabajo.

Generar Nueva Orden de Trabajo GENERAR OT

Responsable \* Tiempo de Ejecución

Alexander Castro 002:30

Modo de creación \_Depende de esta OT\_

Todo en una OT Seleccione la OT padre

Aprobar por Presupuesto

Activo	Tarea	Tipo de tarea	Fecha Programada	Plan de Tareas	Duración estimada	Prioridad	Tarea Clasificación 1	Tarea Clasificación 2	¿Paro de equipo?
ULTRASONIDO OLYMPUS ACC-S1200 ( SCC-322)	Verificar el cristal piezoeléctrico	Visual	2024-01-11	Plan de mantenimiento del Ultrasonido	00D 00H 10mins	Alta	GESTION DE SERVICIOS GENERALES		SI
SOLDADORA TRUPER SOT250A ( SCC 076)	Verificar la antorcha y evitar tirones bruscos	Visual	2024-01-04	Plan de mantenimiento de la Soldadora	00D 00H 10mins	Alta	GESTION DE SERVICIOS GENERALES		SI
SOLDADORA TRUPER SOT250A ( SCC 076)	Verificar la energía del equipo	Eléctrico	2024-01-10	Plan de mantenimiento de la Soldadora	00D 00H 10mins	Alta	GESTION DE SERVICIOS GENERALES		SI
HIDRO LAVADORA BLACK & DECKER BW19-B3 ( SCC-370)	Verificar la presión constantemente	Mecánico	2024-01-17	Plan de mantenimiento de la Hidro Lavadora	00D 00H 20mins	Alta	GESTION DE SERVICIOS GENERALES		SI
HIDRO LAVADORA BLACK & DECKER BW19-B3 ( SCC-370)	Limpiar para evitar obstrucciones	Limpieza	2024-01-11	Plan de mantenimiento de la Hidro Lavadora	00D 00H 20mins	Media	GESTION DE SERVICIOS GENERALES		SI
MOTOR TOOL DREMEL DR290-1 ( SCC-321)	Lubricar con aceite para evitar desgaste (3-EN-UNO)	Lubricación	2024-01-11	Plan de mantenimiento del Motor Tool	00D 00H 20mins	Alta	GESTION DE SERVICIOS GENERALES		SI
PULIDORA GRANDE DEWALT DWP849-B3 0000 ( SCC-17)	Verificar cualquier ruido inusual durante el funcionamiento.	Mecánico	2024-01-11	Plan de mantenimiento Pulidora Grande	00D 00H 30mins	Alta			SI
PULIDORA GRANDE DEWALT DWP849-B3 0000 ( SCC-17)	Inspeccionar para evitar desgaste, daño o acumulación de suciedad.	Limpieza	2024-01-17	Plan de mantenimiento Pulidora Grande	00D 00H 20mins	Media			SI

**Figura 32.** Actividades de mantenimiento de cada máquina.

6. Se inspecciona la orden de trabajo y se verifica los detalles, en la orden de trabajo se encontrará el tiempo estimado y el registro de que lo que se está llevando a cabo, luego dar clic en iniciar y empezará a correr el tiempo de mantenimiento.

Tareas Total: 1 ↑

---

⊕ Pulidora Grande DEWALT DWP849-B3 { SCC-017 }

//

Remplazar de ventilador en caso no funcione

Tipo de tarea: Mecánico

Clasificación 1:

Clasificación 2: >

Nro Solicitud:

Fecha Programada: 2025-01-07

Duración estimada: 00:50:00

🔧 0 🛑 0

General

Remplazar de ventilador en caso no funcione

Tipo de tarea: Mecánico

Fecha Programada: 2025-01-07

Prioridad: Media

Clasificación 1: ---

Clasificación 2: ---

Nro Solicitud: ---

---

Tiempo

Duración estimada: 00:50:00

Fecha inicial: ---

Fecha Final: ---

Tiempo de Ejecución: 00:00:00

Tiempo estimado de paro del... 00:50:00

Tiempo Real de Paro del Activo

000:50

▶ INICIAR 📄 REGISTROS

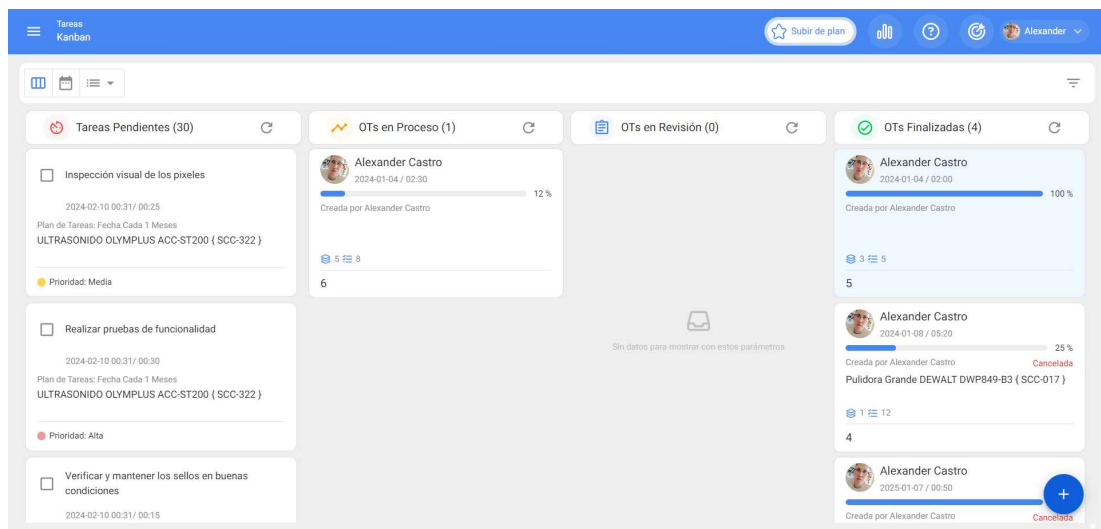
**Figura 33.** Orden de trabajo a desarrollar.

- Una vez culminada el tiempo de la actividad de mantenimiento, el programa preguntara si se ha cumplido el 100 % de la actividad.



**Figura 34.** Confirmar el 100% del mantenimiento.

- Después de que se ha aprobado la orden de trabajo, se enviara a la revisión y finalmente a la OT finalizada.



**Figura 35.** Revisión de la Orden de Trabajo.

9. Una vez finalizada la OT, se mostrará un documento general detallado del plan de mantenimiento de las máquinas.

<b>SICCPETR S.A.</b>		Nº: 5
		Fecha: 2024-01-10
Orden de Trabajo		Calificación:

<b>GENERÓ:</b> Alexander Castro	<b>RESPONSABLE:</b> Alexander Castro
<b>DURACIÓN ESTIMADA:</b> 02:00:00	<b>NOTAS:</b>

---

**ACTIVOS**

**DESCRIPCIÓN:** HIDRO LAVADORA BLACK & DECKER BW13-B3 { SCC-270 }

**UBICADO EN Ó ES PARTE DE:** // SICCPETR S.A./

**TIPO:**

**PRIORIDAD:**

**CÓDIGO DE BARRAS:**

**CLASIFICACIÓN 1:**

**CLASIFICACIÓN 2:**

**CENTRO DE COSTO:**

---

**TAREAS PLANIFICADAS**

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Limpiar para evitar obstrucciones	<b>FECHA Y HORA DE INICIO:</b> 2024-01-10 00:03
<b>FECHA PROGRAMADA:</b> 2024-01-04	<b>FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN:</b> 2024-01-10 00:06
<b>TIPO DE TAREA:</b> Limpieza	<b>DURACIÓN ESTIMADA:</b> 00:30:00
<b>PRIORIDAD:</b> Media	<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN:</b> 00:02:35
<b>ACTIVADOR:</b> Fecha Cada 1 Dia(s)	<b>TIEMPO REAL DE PARO DEL ACTIVO:</b> 00:30:00
<b>CLASIFICACIÓN 1:</b> GESTION DE SERVICIOS GENERALES	
<b>CLASIFICACIÓN 2:</b>	

---

**TAREAS PLANIFICADAS**

<b>DESCRIPCIÓN:</b> Verificar la presión constantemente	<b>FECHA Y HORA DE INICIO:</b> 2024-01-10 00:04
<b>FECHA PROGRAMADA:</b> 2024-01-10	<b>FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN:</b> 2024-01-10 00:06
<b>TIPO DE TAREA:</b> Mecánico	<b>DURACIÓN ESTIMADA:</b> 00:20:00
<b>PRIORIDAD:</b> Alta	<b>TIEMPO DE EJECUCIÓN:</b> 00:01:37
<b>ACTIVADOR:</b> Fecha Cada 1 Semana(s)	<b>TIEMPO REAL DE PARO DEL ACTIVO:</b> 00:20:00
<b>CLASIFICACIÓN 1:</b> GESTION DE SERVICIOS GENERALES	
<b>CLASIFICACIÓN 2:</b>	

**Figura 36.** Orden de trabajo finalizada.

### ACTIVOS

DESCRIPCIÓN: PULIDORA GRANDE DEWALT DWP849-B3 0000 { SCC-17 }

UBICADO EN Ó ES PARTE DE: // SICCPETR S.A./

CLASIFICACIÓN 1: PREVENTIVO

TIPO: ELECTRICO

CLASIFICACIÓN 2:

PRIORIDAD: Alta

CENTRO DE COSTO:

CÓDIGO DE BARRAS:

### TAREAS PLANIFICADAS

DESCRIPCIÓN: Inspeccionar para evitar desgaste, daño o acumulación de suciedad.

FECHA PROGRAMADA: 2024-01-16

FECHA Y HORA DE INICIO: 2024-01-10 00:04

TIPO DE TAREA: Limpieza

FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: 2024-01-10 00:05

PRIORIDAD: Media

DURACIÓN ESTIMADA: 00:20:00

ACTIVADOR: Fecha Cada 1 Semana(s)

TIEMPO DE EJECUCIÓN: 00:00:45

CLASIFICACIÓN 1:

TIEMPO REAL DE PARO DEL ACTIVO: 00:20:00

CLASIFICACIÓN 2:

### TAREAS PLANIFICADAS

DESCRIPCIÓN: Verificar cualquier ruido inusual durante el funcionamiento.

FECHA PROGRAMADA: 2024-01-10

FECHA Y HORA DE INICIO: 2024-01-10 00:04

TIPO DE TAREA: Mecánico

FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: 2024-01-10 00:05

PRIORIDAD: Alta

DURACIÓN ESTIMADA: 00:30:00

ACTIVADOR: Fecha Cada 1 Dia(s)

TIEMPO DE EJECUCIÓN: 00:00:45

CLASIFICACIÓN 1:

TIEMPO REAL DE PARO DEL ACTIVO: 00:30:00

CLASIFICACIÓN 2:

Aceptado Por

Alexander Castro

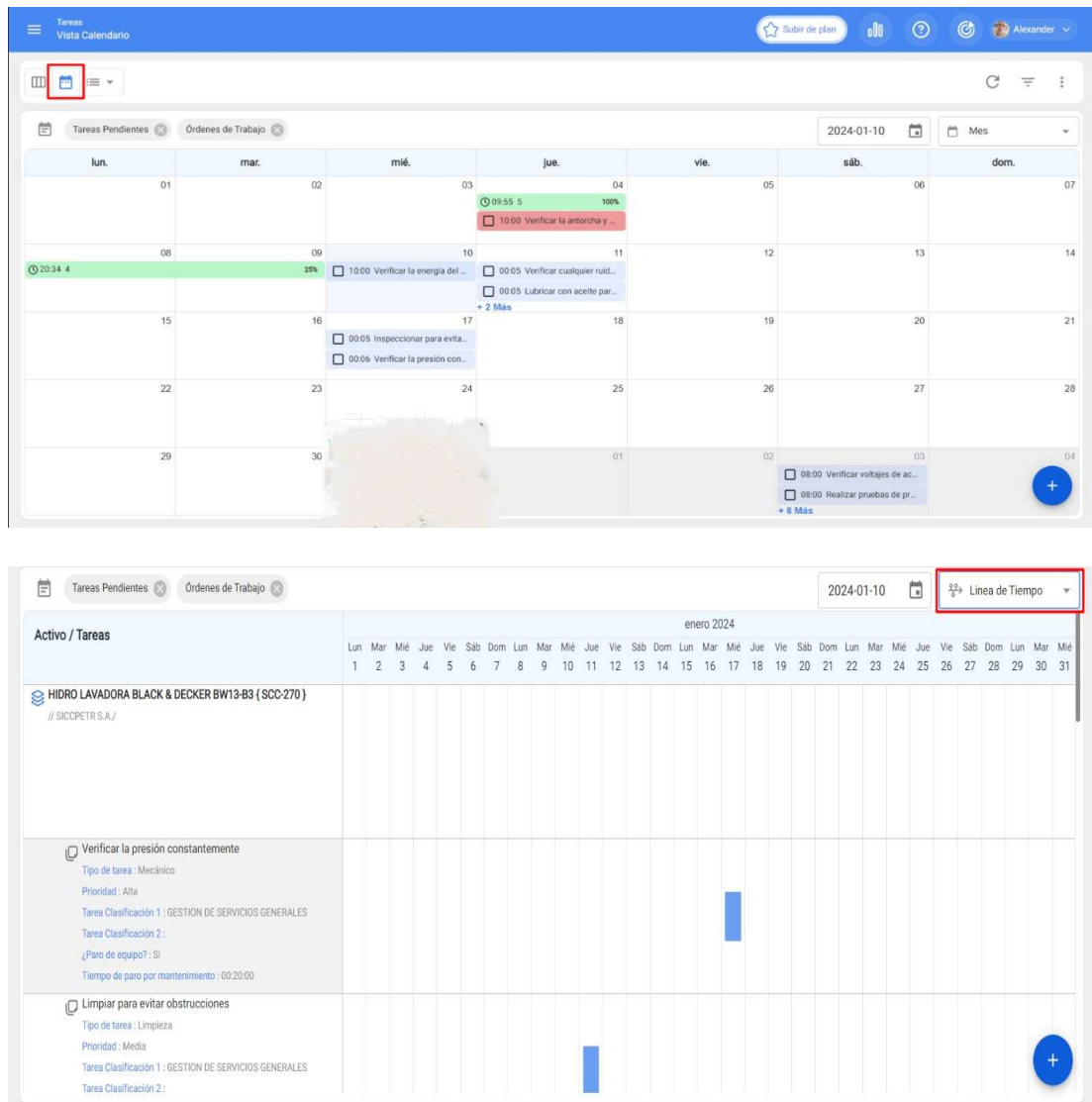
Validado Por

Alexander Castro

Realizado Por

Figura 37. Documento impreso de la Orden de Trabajo.

10. Finalmente, se selecciona el cuadro de calendario y el programa nos mostrara las bitácoras de mantenimiento.



**Figura 38.** Bitácora de mantenimiento del software.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- El propósito de este proyecto fue determinar el estado actual en el que se encuentran las máquinas de la empresa SICCPETR SA, mediante un análisis estadístico, análisis de modo y fallo AMFE y criticidad, al mismo tiempo se implementó un software que ayudará a la planificación de actividades de mantenimiento preventivo para evitar a futuro fallos y daños en las máquinas que puedan ocasionar interrupción en los procesos de la empresa. A su vez se conoció que la empresa no contaba con una planificación de actividades de mantenimiento e inventario de las máquinas que mantiene la misma.
- La elaboración del plan de mantenimiento nos permitió conocer información esencial de las máquinas y herramientas, así mismo se observó las fallas más comunes y la disponibilidad que mantiene cada una, de esta manera pudimos conocer las características, componentes y condiciones de cada máquina, así como los requerimientos para que estas funcionen y puedan ser usadas de la mejor manera.
- El análisis de fallos mediante la matriz AMFE y matriz de criticidad usando la norma NTP 769 que se realizó a cada una de las máquinas nos permitió conocer con más exactitud cuales son los componentes más críticos y los más propensos a sufrir fallas ya sea por condiciones climáticas o por mal utilización de las máquinas. Por otro lado, se analizó cada uno de los componentes de las maquinas en donde la pulidora grande y la hidro lavadora refleja un valor de IPR= 210 en su sistema de ventilación y pistola de pulverización respectivamente, en el motor tool, el motor eléctrico representa un IPR= 140. Por otro lado, referente a la matriz de criticidad existen componente que no presentan estados críticos que afecten totalmente a la máquina, solo presenta daños externos.

- La empresa utilizaba un plan de mantenimiento deficiente en Microsoft Excel, entonces en mutuo acuerdo con la empresa y la Universidad Técnica de Ambato se vio la necesidad de implementar un software que se realizó en base a los requerimientos que esta necesitaba, con el fin de optimizar y coordinar eficientemente el mantenimiento de los equipos y máquinas de igual manera permitiendo llevar un registro más detallado de las actividades y control que se realiza a cada máquina ya sea diario, mensual, trimestral, semestral o anual.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Se recomienda llevar un control de todas las actividades que se realiza a cada una de las máquinas con el fin de llevar una planificación adecuada para el mantenimiento óptimo de las mismas esto facilitara el trabajo y tiempo.
- Para la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo se recomienda asesorarse en los manuales de los fabricantes, guías técnicas y documentos que brinden información segura y fiable.
- Mejorar los planes de mantenimiento de forma diaria, semanal, mensual trimestral, semestral y anual para reducir riesgos de fallos en los equipos y máquinas con el fin de prevenir paros ocasionales en la empresa.

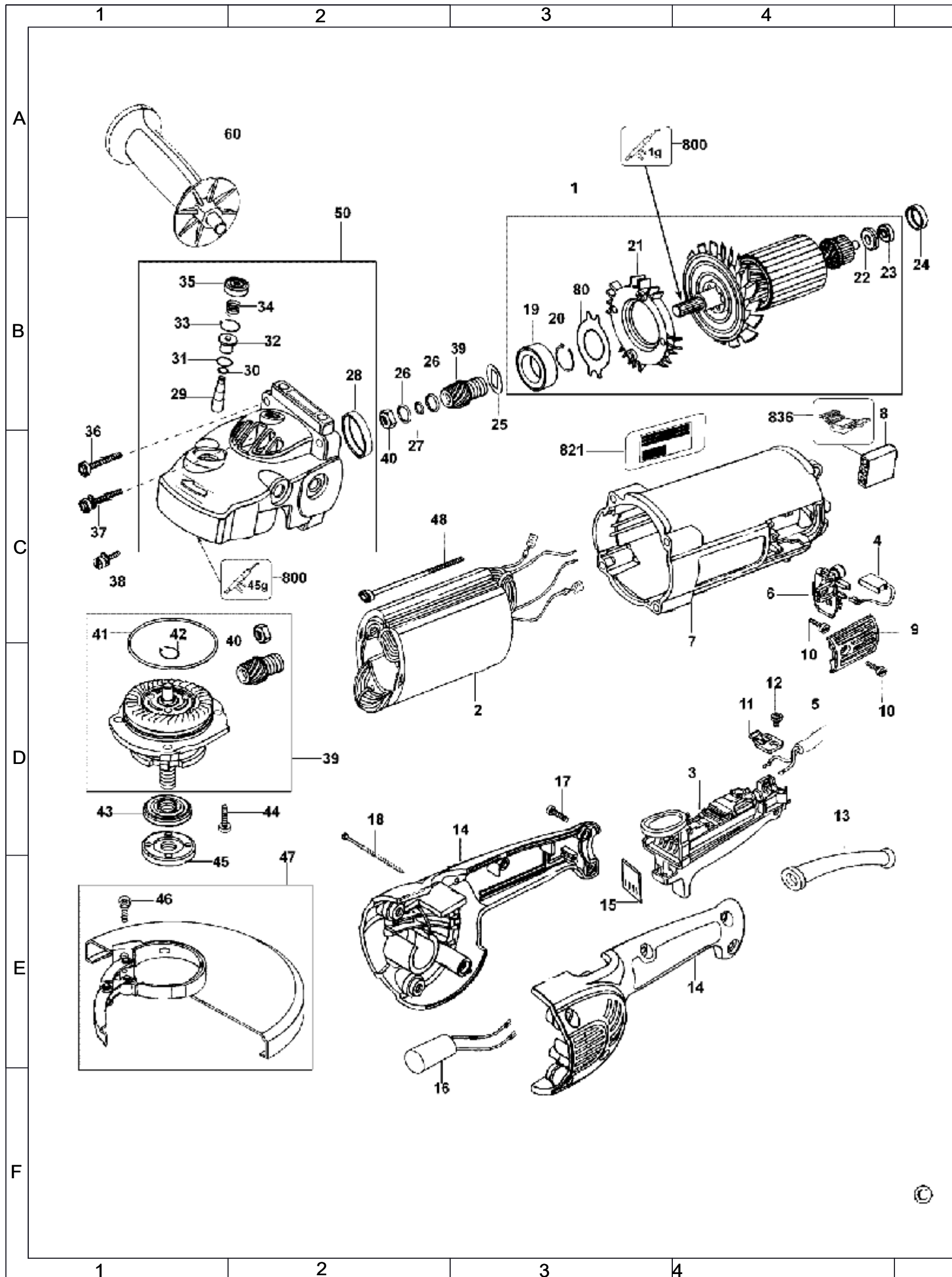
## Bibliografía

- [1] B. A. M. Olarte C., «Importancia del Mantenimiento Industrial dentro de los Procesos de Producción,» *Scientia Et Technica*, vol. XVI, n° 44, pp. 354-356, 2010.
- [2] P. P. Jesus Gonzales, «Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de AMFE.,» *Universidad del Bio-Bio*, vol. 17, n° 3, p. 18, 2018.
- [3] J. C. Palmet Bechara, «Plan de mantenimiento preventivo para los equipos del taller de máquinas y herramientas de la empresa SERVITEC LTDA,» Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartajena de Indias, 2008.
- [4] P. O. Ríos Mejía, «Gestión de Mantenimineto preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013,» *Ingeniería Industrial*, Perú, 2016.
- [5] W. Villacís, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventico para las máquinas de la empresa SERVITORNO de la ciudad de Ambato,» Ambato, 2023.
- [6] F. A. Perez, «Conceptos generales en la gestión del mantenimiento insdustrial,» USTA, Colombia, 2021.
- [7] B. Muñoz, «Mantenimiento Industrial,» UCM, España, 2011.
- [8] M. C., «Inventario de Equipos y Herramientas,» Lima, 2020.
- [9] V. Garcia, «Kizeoforms,» Sectores de actividad, 01 12 2022. [En línea]. Available: <https://www.kizeo-forms.com/es-lat/ficha-de-mantenimiento-de-maquinaria/>. [Último acceso: 05 23 2023].
- [10] A. Merchán, «Análisis modal de fallos y efecto (AMFE), en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC-BOX.,» Cuenca, 2015.



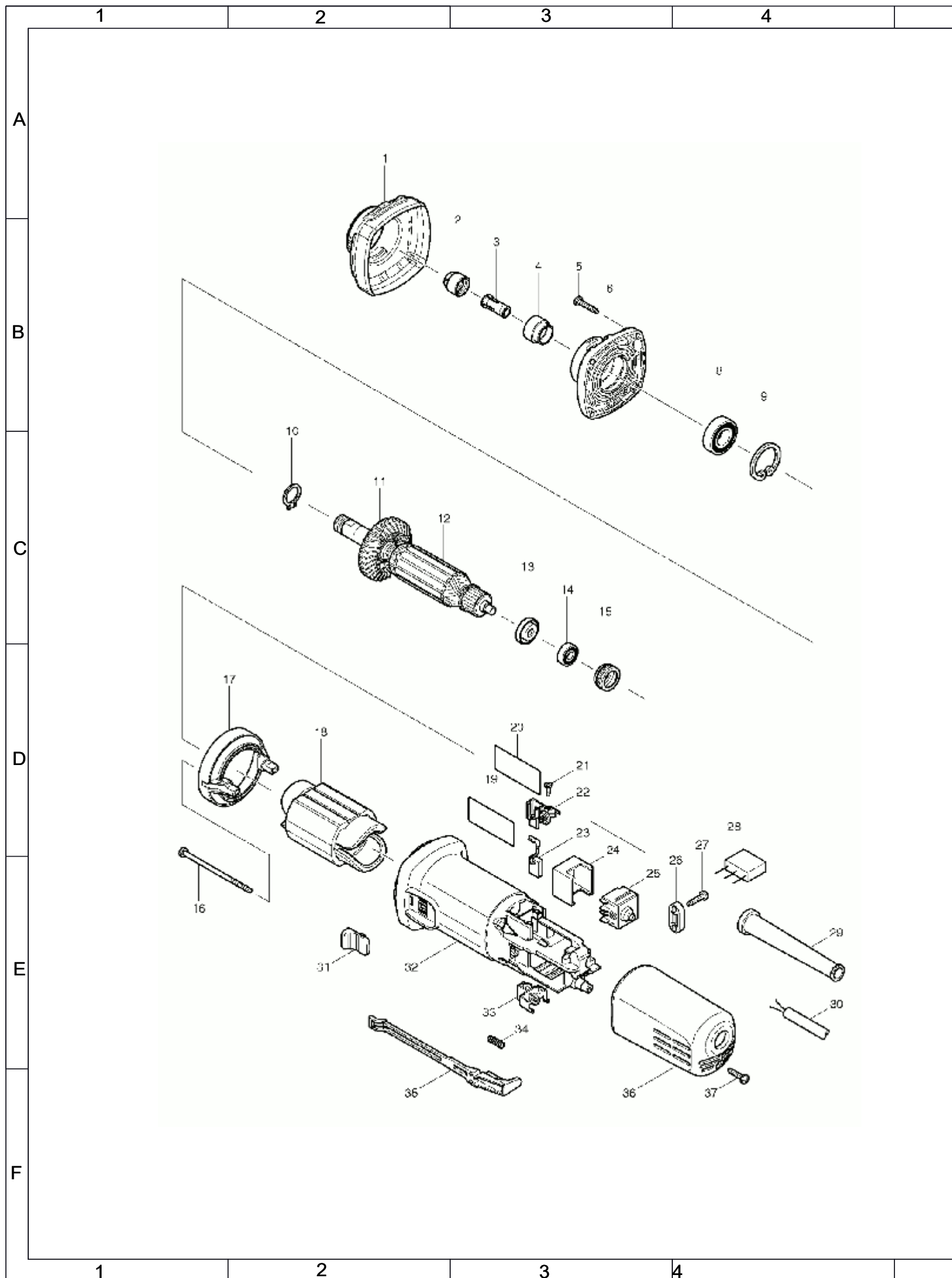
- [11] M. Bestratén, «NTP679: Análisi modal de fallos y efectos.» SEAT, S.A., España, 2004.
- [12] S. Rojas, «Implementación de Análisis modal de fallos y efecto (AMFE),» 3C Tecnología, Valencia , 2019.
- [13] E. Medina, «Desarrollo de un plan ed mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehiculos livianos del GAD municipal del canton Tiwinza de la provincia de Morono Santiago.,» p. 481, 24 08 2023.
- [14] G. Guevara, «Metodologías de la investigación educativa,» pp. 163-173, 3 7 2020.
- [15] A. J. Luis, «Hipótesis, Método y Diseño de Investigación,» International Journal of Good Conscience, México, 2012.
- [16] R. Sampieri, «Investigación de campo.com,» [En línea]. Available: <https://investigaciondecampo.com/investigacion-sampieri/>. [Último acceso: 2024].
- [17] D. Salas, «Investigalia,» 3 12 2019. [En línea]. Available: <https://investigaliacr.com/investigacion/investigacion-bibliografica/>. [Último acceso: 2024].
- [18] F. Shunta, «SICCPETR S.A.,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.siccpetr.com/>. [Último acceso: 1 12 2023].
- [19] S. Jim, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas en el Tecnicentro Automotriz SolÍZ,» Ambato, 2023.
- [20] K. Cantillo, «Bitácora de Mantenimiento,» Scribd, Madrid, 2020.

# ANEXOS



Nº	Denominación	Cantidad	Material	Observación
836	Dispositivo para sacar el terminal.	1	acero	Adquirido
800	Grasa	1	glicerol	Adquirido
41	Asa lateral	1	aluminio	Adquirido
50	Caja de cambios	1	acero	Adquirido
39	Tornillo 4,55*60 T20	1	acero	Adquirido
38	tuerca exterior	1	cartón	Adquirido
37	Anillo interior	1	acero	Adquirido
36	Fijador	1	acero	Adquirido
35	Junta tórica	1	acero	Adquirido
34	Tuerca de bloqueo	1	aluminio	Adquirido
33	Tapacubos	1	plástico	Adquirido
32	Primavera	1	plástico	Adquirido
31	Fijador	1	acero	Adquirido
30	Juego de reparación	1	acero	Adquirido
29	Anillo	1	plástico	Adquirido
28	Oring 3.7di x 1mm	1	acero	Adquirido
27	Juego de reparación	1	acero	Adquirido
26	Manga	1	acero	Adquirido
25	arandela de resorte	1	acero	Adquirido
24	Almohadilla	1	acero	Adquirido
23	Cubierta aislante	1	aluminio	Adquirido
22	Cojinete	1	acero	Adquirido
21	Escudo protector	1	plástico	Adquirido
20	Fijador	1	acero	Adquirido
19	Cojinete	1	acero	Adquirido
18	Tornillo M4x50 T20	1	aluminio	Adquirido
17	Tornillo M4.55X22 T20	1	aluminio	Adquirido
16	Condensador	1	aluminio	Adquirido
15	Sellador	1	acero	Adquirido
14	Mango - componente	1	plástico	Adquirido
13	Cubierta de cables	1	plástico	Adquirido
12	Tornillo	7	aluminio	Adquirido
11	Abrazadera de cable	1	plástico	Adquirido
10	Liberador de tornillo	1	acero	Adquirido
9	Cubierta del cepillo	1	cartón	Adquirido
8	Conector	1	aluminio	Adquirido
7	Cuadro de campo	1	acero	Adquirido
6	Portaescobillas - subconjunto	1	acero	Adquirido
5	Cable	1	cartón	Adquirido
4	Juega de escobillas de carbon	1	aluminio	Adquirido
3	Interruptor	1	plástico	Adquirido
2	Estator	1	acero	Adquirido
1	Rotor	1	acero	Adquirido
Nº	Denominación	Cantidad	Material	Observación

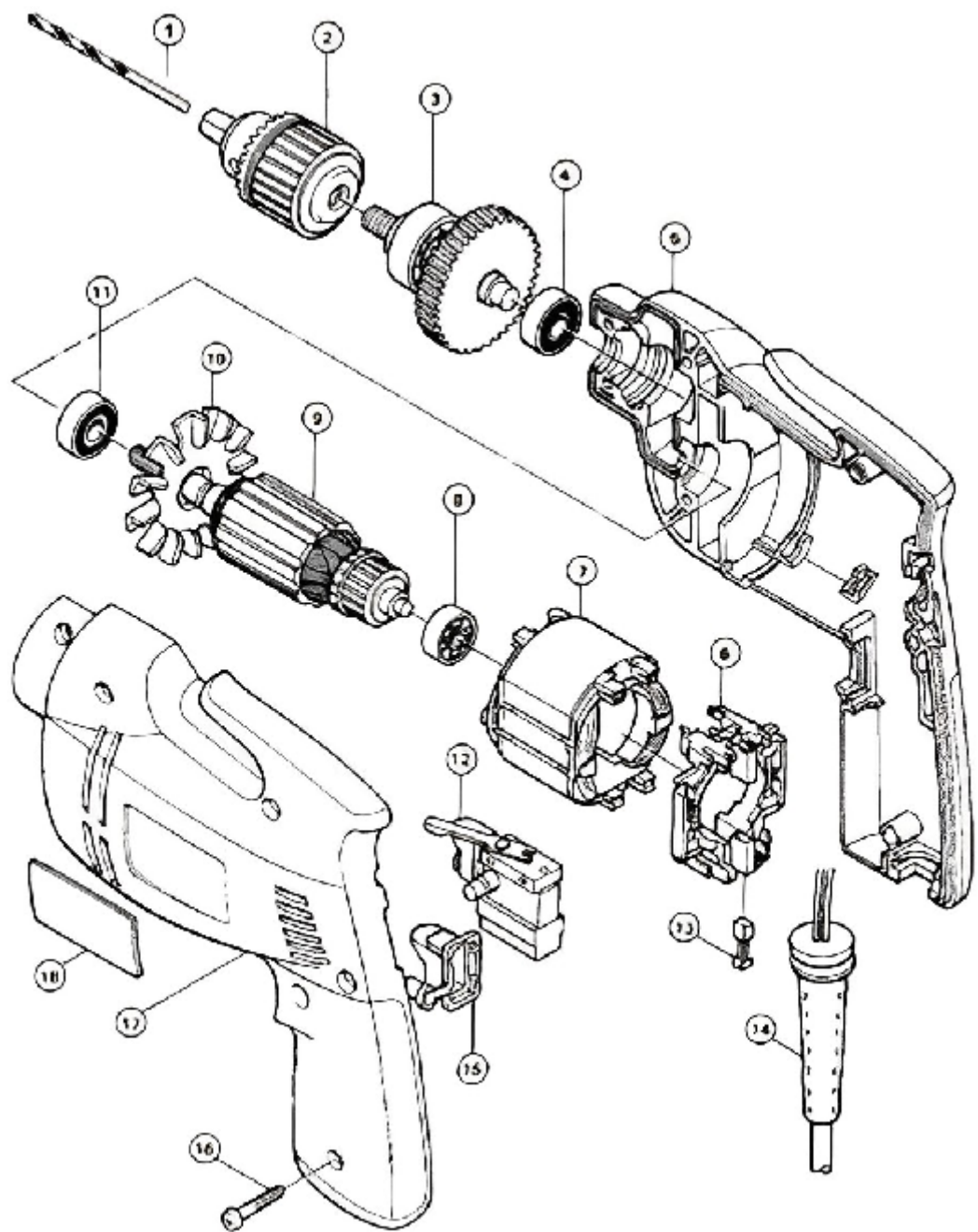
Tolerancia		Peso		Materiales:	
±0.1		3 Kg		VARIOS	
Fecha		Nombre		Denominación:	
14/12/2023		CASTRO A.		PULIDORA DEWALT	
Rev.		ING. CASTRO		Escala	
14/12/2023		ING. CASTRO		1:10	
Aprob.		ING. CASTRO		Número de dibujo	
				Hoja 1 de 7	
		UTA		Sistema	
		Ingeniería Mecánica		Hoja 1 de 7	
Edición		Moficación		(Sustitución)	
Fecha		Nombre			



N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación
37	Tornillo pt 4x18	1	acero	Adquirido
36	Contraportada	1	plástico	Adquirido
35	Palanca de cambio	1	acero	Adquirido
34	Primavera	1	plástico	Adquirido
33	Portaescobillas de carbón	1	aluminio	Adquirido
32	Carcasa del motor	1	plástico	Adquirido
31	Cambiar	*	*	*
30	Cable de alimentación 1,0-2-2,5	1	plástico	Adquirido
29	Cubierta de cables	1	plástico	Adquirido
28	Condensador	1	aluminio	Adquirido
27	Tornillo pt 4x18	1	acero	Adquirido
26	Pestillo de cable	1	acero	Adquirido
25	Interruptor (650560-8)	1	plástico	Adquirido
24	Distancia	*	*	*
23	Juego de escobillas de carbón CB-325	1	aluminio	Adquirido
22	Portaescobillas de carbón	1	acero	Adquirido
21	Tornillo 3x10	1	acero	Adquirido
20	Pegatina	1	plástico	Adquirido
19	Cojinete	1	plástico	Adquirido
18	Estator	1	acero	Adquirido
17	Difusor	1	acero	Adquirido
16	tornillo 4x80	1	acero	Adquirido
15	Junta de goma	1	plástico	Adquirido
14	Rodamiento de bolas 607LLB	1	acero	Adquirido
13	Anillo	1	acero	Adquirido
12	Rotor	7	acero	Adquirido
11	Ventilador 56	1	plástico	Adquirido
10	Reloj	2	acero	Adquirido
8	Conector	1	plástico	Adquirido
7	Rodamiento de bolas 6002LLB	1	acero	Adquirido
6	Caja de rodamientos completa	1	acero	Adquirido
5	Tornillo 4x22	1	acero	Adquirido
4	Arbusto 15	1	aluminio	Adquirido
3	Pinza de 6mm	1	plástico	Adquirido
2	Tuerca de collar	1	acero	Adquirido
1	Cubierta aislante	1	acero	Adquirido

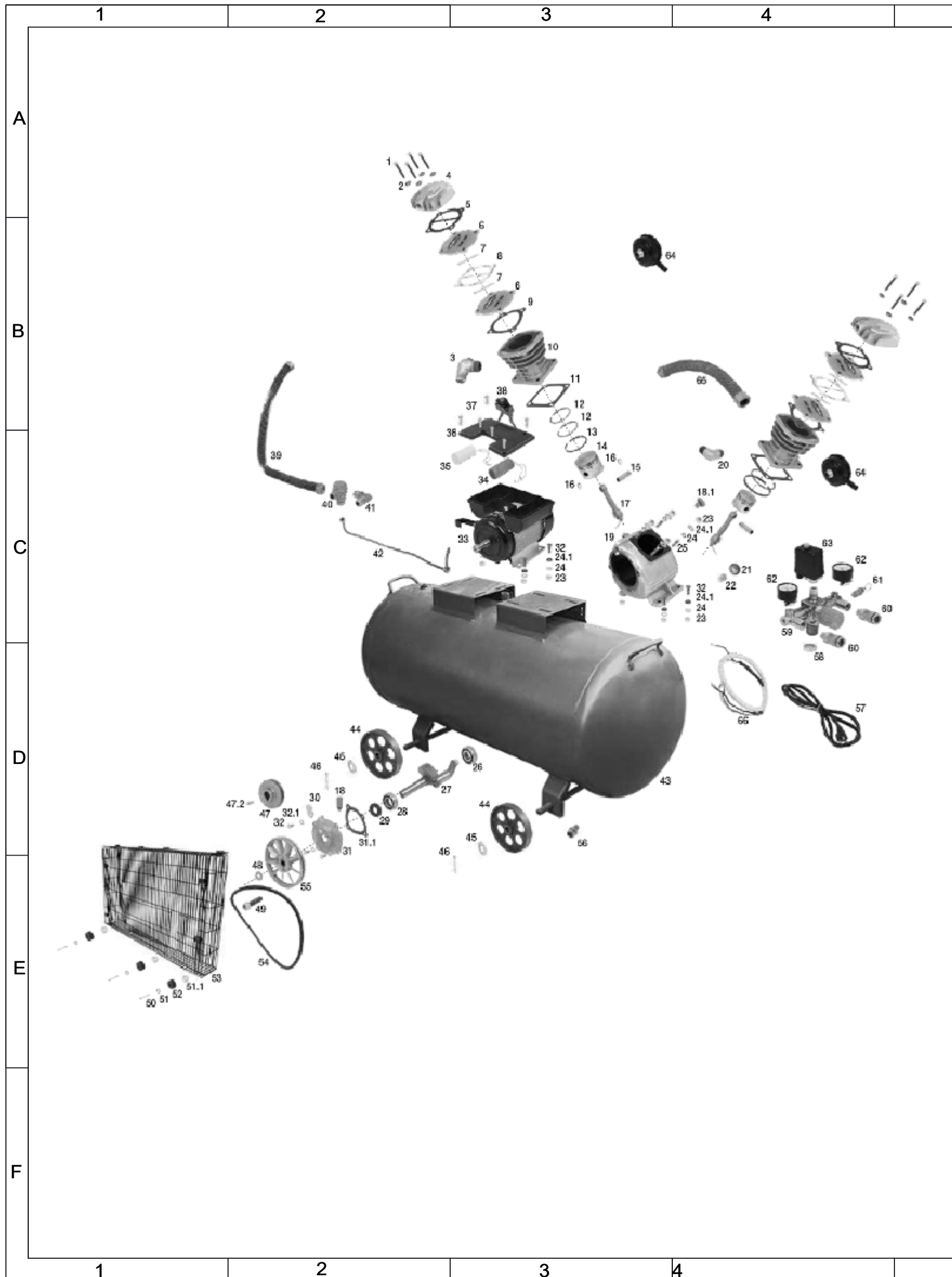
Tolerancia		Peso		Materiales:	
±0.1		1.4 KG		VARIOS	
Fecha		Nombre		Denominación:	
14/12/2023		CASTRO A.		MOTOR TOOL MAKITA	
Div.		Rev.		Escala	
14/12/2023		ING. CASTRO		1:10	
Aprob.		Aprob.		Número de dibujo	
14/12/2023		ING. CASTRO		Hoja 2 de 7	
Edición		Moficación		Fecha	
Nombre		Nombre		Fecha	
		UTA		Sistema	
		Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	





16	Placa de identificación	1	cobre	Adquirido
15	Carcasa lado izquierdo	1	plástico	Adquirido
14	Tornillo roscaste	1	acero	Adquirido
13	Cubierta antipolvo	1	plástico	Adquirido
12	Cable eléctrico	1	cobre	Adquirido
11	Escobilla de carbón	1	aluminio	Adquirido
10	Interruptor ON/OFF	1	plástico	Adquirido
9	Ventilador	1	plástico	Adquirido
8	Unidad del rotor	1	plástico	Adquirido
7	Unidades del estator	1	cobre	Adquirido
6	Base de terminales	1	plástico	Adquirido
5	Carcasa lado derecho	1	plástico	Adquirido
4	Cojinete	3	acero	Adquirido
3	Engrane	1	acero	Adquirido
2	Mandril o porta broca	1	acero	Adquirido
1	Broca	1	acero	Adquirido
N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación

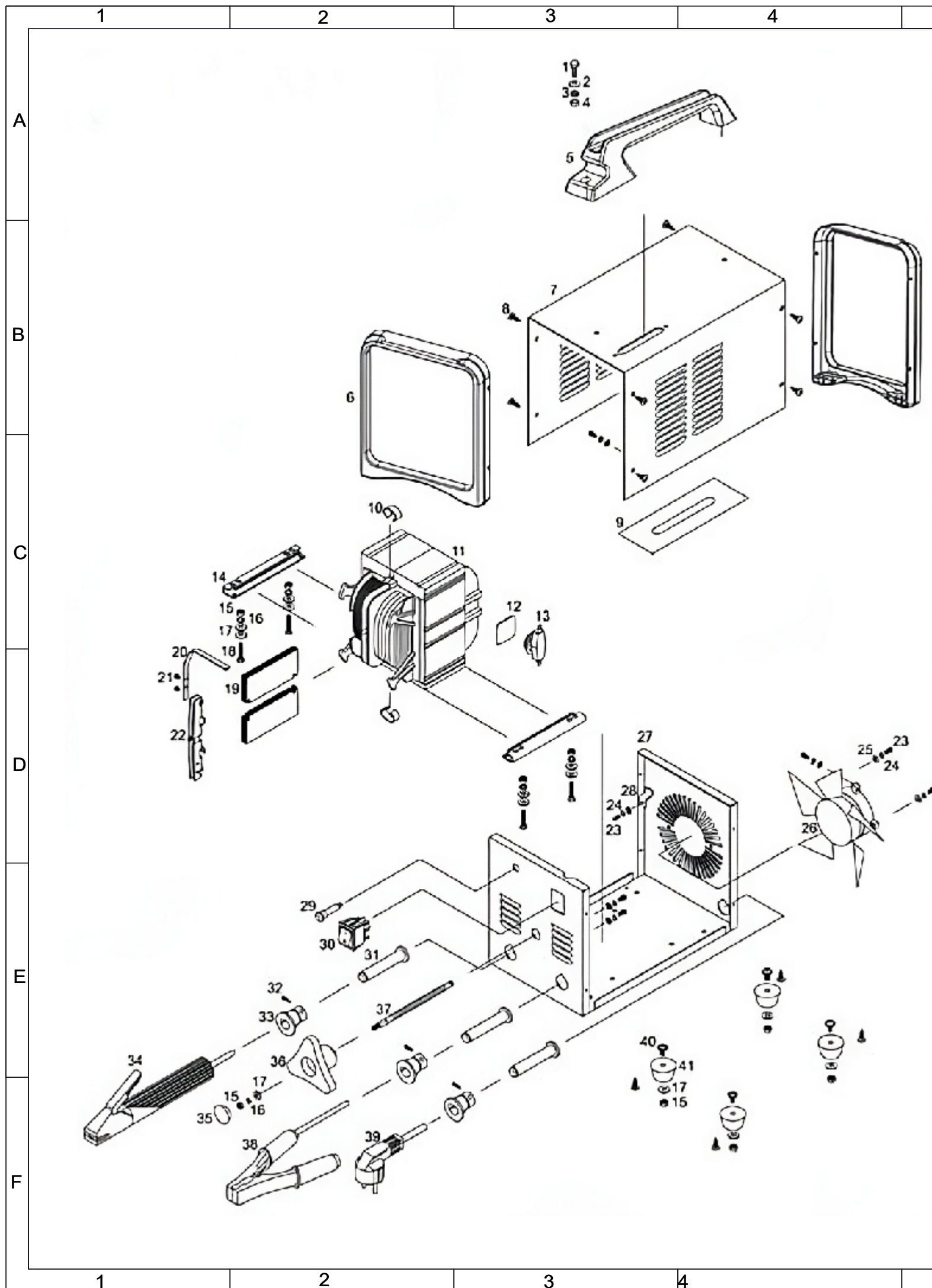
			Tolerancia ±0.1	Peso 4.8 KG	Materiales: VARIOS	
					Denominación: TALADRO BOSCH	
					Escala 1:5	
					Número de dibujo Hoja 3 de 7	
					Sistema 	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica		(Sustitución)



N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación
66	Cable (plástico, cobre)	1	cobre	Adquirido
65	Tubo Conector (acero, cobre)	1	cobre	Adquirido
64	Filtro de aire (acero)	1	acero	Adquirido
63	Presurizador (plástico, cobre, latón)	1	latón	Adquirido
62	Manómetro (acero, cobre, latón)	1	latón	Adquirido
61	Válvula de seguridad (latón)	1	latón	Adquirido
60	Cople (acero)	1	acero	Adquirido
59	Válvula reguladora (acero, plástico)	1	plástico	Adquirido
58	Tuerca (acero)	1	acero	Adquirido
57	Cable (plástico, cobre)	1	cobre	Adquirido
56	Drenaje de tanque (latón)	1	latón	Adquirido
55	Polea (acero)	1	acero	Adquirido
54	Tomillo M5 x 35 (acero)	1	acero	Adquirido
53	Tomillo M5 x 30 (acero)	1	acero	Adquirido
52	Arandela (acero)	1	acero	Adquirido
51	Cuña (acero)	1	acero	Adquirido
50	Polea de motor (acero)	1	acero	Adquirido
49	Chaveta (acero)	1	acero	Adquirido
48	Arandela 20 (acero)	1	acero	Adquirido
47	Rueda (acero)	1	acero	Adquirido
46	Tanque (acero)	1	acero	Adquirido
45	Tubo de alivio (cobre)	1	cobre	Adquirido
44	Conector ángulo derecho (latón)	1	latón	Adquirido
43	Válvula antiretorno (latón)	1	latón	Adquirido
42	Tubo de decarga (cobre)	1	cobre	Adquirido
41	Interruptor de sobrecarga (cobre,)	1	cobre,	Adquirido
40	Tomillo ST3.9 x 16	1	x	Adquirido
39	Cubierta de capacitor (hule)	1	hule	Adquirido
38	Capacitor de operación (plástico, latón)	1	latón	Adquirido
37	Capacitor de arranque (plástico, latón)	1	latón	Adquirido
36	Motor (aluminio, acero, cobre)	1	cobre	Adquirido
35	Arandela (acero)	1	acero	Adquirido
34	Tomillo M8 x 25 (acero)	1	acero	Adquirido
33	Junta de caja de cigüeñal (cartón)	1	cartón	Adquirido
32	Soporte de balero (acero)	1	acero	Adquirido
31	Soporte de guarda (acero)	1	acero	Adquirido
30	Sello de aceite (plástico)	1	plástico	Adquirido
29	Balero 6205-2RS (acero)	1	acero	Adquirido
28	Cigüeñal (acero)	1	acero	Adquirido
27	Balero 6204-2RS (acero)	1	acero	Adquirido
26	Birlo (acero)	1	acero	Adquirido
25	Arandela (acero)	1	acero	Adquirido
24	Rondana de presión 8 (acero)	1	acero	Adquirido
23	Tuerca (acero)	1	acero	Adquirido
22	Tomillo de drenaje de aceite (acero)	1	acero	Adquirido
21	Nivel de aceite (plástico)	1	plástico	Adquirido
20	Conector de salida angular (acero)	1	acero	Adquirido
19	Carter (acero)	1	acero	Adquirido
18	Tapón de aceite (plástico)	1	plástico	Adquirido
17	Biela (aluminio)	1	aluminio	Adquirido
16	Seguro "C" (acero)	1	acero	Adquirido
15	Perno de pistón (acero)	1	acero	Adquirido
14	Pistón (aluminio)	1	aluminio	Adquirido
13	Anillo de aceite (acero)	1	acero	Adquirido
12	Anillo de pistón (acero)	1	acero	Adquirido
11	Junta de cilindro (cartón)	1	cartón	Adquirido
10	Cilindro (acero)	1	acero	Adquirido
9	Junta de válvula (cartón)	1	cartón	Adquirido
8	Hoja de aluminio (aluminio)	1	aluminio	Adquirido
7	Hoja de válvula (acero)	1	acero	Adquirido
6	Base de válvula (acero)	1	acero	Adquirido
5	Junta tapa de cilindro (cartón)	1	cartón	Adquirido
4	Tapa de cilindro (aluminio)	1	aluminio	Adquirido
3	Conector triple angular (acero)	1	acero	Adquirido
2	Rondana de presión 5 (acero)	1	acero	Adquirido
1	Tomillo M6 x 45 (acero)	1	acero	Adquirido

Tolerancia		Peso		Materiales:	
±0.1		115 KG		VARIOS	
Fecha		Nombre		Denominación:	
14/12/2023		CASTRO A.		COMPRESOR TRUPER	
Rev.		ING. CASTRO		Escala	
14/12/2023		ING. CASTRO		1:10	
Aprob.		ING. CASTRO		Número de dibujo	
		UTA		Hoja 4 de 7	
		Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Sistema	





N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación
32	Pasta de goma	1	caucho	Adquirido
31	Cable y ficha	1	cobre	Adquirido
30	Pinza de masa	1	aluminio	Adquirido
29	Varilla roscada	1	acero	Adquirido
28	Perilla de amperaje	1	plástico	Adquirido
27	Tapa perilla	1	plástico	Adquirido
26	Pinza porta electrodo	1	acero	Adquirido
25	Cierre del pasa cable	1	acero	Adquirido
24	Pasa cable	1	cobre	Adquirido
23	Cable de soldadura	1	cobre	Adquirido
22	Interruptor de alimentación	1	acero	Adquirido
21	Indicador de recalentamiento	1	plástico	Adquirido
20	Arandela de cierre	1	acero	Adquirido
19	Base de chapa	1	acero	Adquirido
18	Ventilador	1	plástico	Adquirido
17	Porta núcleos	1	aluminio	Adquirido
16	Aguja indicadora	1	acero	Adquirido
15	Núcleo desplazable	1	acero	Adquirido
14	Tuerca (acero)	1	aluminio	Adquirido
13	Núcleo de silicio	1	silicio	Adquirido
12	Interruptor térmico	1	acero	Adquirido
11	Disipador de aluminio	1	cartón	Adquirido
10	Transformador	1	acero	Adquirido
9	Presilla de acero	1	cartón	Adquirido
8	Protección plástica	1	plástico	Adquirido
7	Cobertura de chapa	1	acero	Adquirido
6	Marco plástico	1	plástico	Adquirido
5	Empuñadura elástica	1	plástico	Adquirido
4	Tuerca (acero)	1	aluminio	Adquirido
3	Arandela elástica	3	plástico	Adquirido
2	Arandela plana	3	plástico	Adquirido
1	Tonillo	6	acero	Adquirido

Tolerancia		Peso		Materiales:	
±0.1		22 KG		VARIOS	
Fecha		Nombre		Denominación:	
14/12/2023		CASTRO A.		SOLDADORA TRUPER	
Div.		ING. CASTRO		Escala	
14/12/2023		ING. CASTRO		1:10	
Rev.		ING. CASTRO		Número de dibujo	
14/12/2023		ING. CASTRO		Hoja 5 de 7	
Aprob.		ING. CASTRO		Sistema	
		UTA		Hoja 5 de 7	
		Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Moficación	Fecha	Nombre		

1	2	3	4	5	6	7	8																																																				
A								A																																																			
B								B																																																			
C								C																																																			
D								D																																																			
E								E																																																			
F								F																																																			
1	2	3	4	5	6	7	8																																																				
				Tolerancia	Peso	Materiales:																																																					
				±0.1	6.57 KG	VARIOS																																																					
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala																																																				
				Div.	14/12/2023			CASTRO A.																																																			
				Rev.	14/12/2023			ING. CASTRO																																																			
				Aprob.	14/12/2023			ING. CASTRO																																																			
				UTA		Número de dibujo	Sistema																																																				
				Ingeniería Mecánica				Hoja 6 de 7																																																			
Edición	Moficación	Fecha	Nombre			(Sustitución)																																																					
27	Manivela			1	plástico	Adquirido																																																					
26	Enrollador de mangueras			1	plástico	Adquirido																																																					
25	Compartimento para accesorios			1	plástico	Adquirido																																																					
24	Válvula dosificadora			1	cobre	Adquirido																																																					
23	Manguera de detergente			1	plástico	Adquirido																																																					
22	Tornillo de fijación de empuje			1	acero	Adquirido																																																					
21	Porta cables			1	plástico	Adquirido																																																					
20	Estribo de empuje			1	acero	Adquirido																																																					
19	Manguera de alta presión			1	plástico	Adquirido																																																					
18	Palanca de la pistola			1	plástico	Adquirido																																																					
17	Palanca de seguro			1	plástico	Adquirido																																																					
16	Pistola pulverizadora			1	cobre	Adquirido																																																					
15	Lanza dosificadora			1	plástico	Adquirido																																																					
14	Marca de la boquilla			1	acero	Adquirido																																																					
13	Boquilla			1	plástico	Adquirido																																																					
12	Soporte de accesorios			1	aluminio	Adquirido																																																					
11	Soporte para mangueras			1	aluminio	Adquirido																																																					
10	Tornillo de fijación			1	acero	Adquirido																																																					
9	Interruptor de aparato			1	plástico	Adquirido																																																					
8	Capo del aparato			1	plástico	Adquirido																																																					
7	Recipiente de aceite			1	aluminio	Adquirido																																																					
6	Indicador de nivel de aceite			1	plástico	Adquirido																																																					
5	Conexión de agua			1	plástico	Adquirido																																																					
4	Regulación de presión			3	plástico	Adquirido																																																					
3	Conexión de alta presión			1	cobre	Adquirido																																																					
2	Asidero			1	acero	Adquirido																																																					
1	Soporte de boquillas			1	acero	Adquirido																																																					
Nº	Denominación			Cantidad	Material	Observación																																																					
<table border="1"> <tr> <td colspan="4"></td> <td>Fecha</td> <td>Nombre</td> <td rowspan="4">Denominación:</td> <td rowspan="4">Escala</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>Div.</td> <td>14/12/2023</td> <td>CASTRO A.</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>Rev.</td> <td>14/12/2023</td> <td>ING. CASTRO</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>Aprob.</td> <td>14/12/2023</td> <td>ING. CASTRO</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="2">UTA</td> <td rowspan="2">Número de dibujo</td> <td rowspan="2">Sistema</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td colspan="2">Ingeniería Mecánica</td> <td>Hoja 6 de 7</td> </tr> <tr> <td>Edición</td> <td>Moficación</td> <td>Fecha</td> <td>Nombre</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">(Sustitución)</td> </tr> </table>												Fecha	Nombre	Denominación:	Escala					Div.	14/12/2023	CASTRO A.					Rev.	14/12/2023	ING. CASTRO					Aprob.	14/12/2023	ING. CASTRO					UTA		Número de dibujo	Sistema					Ingeniería Mecánica		Hoja 6 de 7	Edición	Moficación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala																																																				
				Div.	14/12/2023			CASTRO A.																																																			
				Rev.	14/12/2023			ING. CASTRO																																																			
				Aprob.	14/12/2023			ING. CASTRO																																																			
				UTA		Número de dibujo	Sistema																																																				
				Ingeniería Mecánica				Hoja 6 de 7																																																			
Edición	Moficación	Fecha	Nombre			(Sustitución)																																																					





N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación
5	Conexión cable sensor	1	polietileno	Adquirido
4	Bloque de pruebas	1	plástico	Adquirido
3	Cable con cabezal	1	polietileno	Adquirido
2	Panel de control	1	acero	Adquirido
1	Pantalla LCD	1	crystal líquido	Adquirido

				Tolerancia ±0.1	Peso 220 g	Materiales: VARIOS	
						Denominación: ULTRASONIDO OLYMPUS	
				Div.	14/12/2023	CASTRO A.	Escala 1:5
				Rev.	14/12/2023	ING. CASTRO	Número de dibujo Hoja 7 de 7
				Aprob.	14/12/2023	ING. CASTRO	
				UTA Ingeniería Mecánica		Sistema Hoja 7 de 7 (Sustitución)	
Edición	Moficación	Fecha	Nombre				



## 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<sup>a</sup> 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 afectarlo 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

detectar 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.*