



**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 LA EMPRESA “SERVITORNO” DE LA CIUDAD DE  
AMBATO”**

---

**Autor:** Roberto Wladimir Villacís Martínez

**Tutor:** Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano

**AMBATO – ECUADOR**

**Septiembre - 2023**

## 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 LA EMPRESA “SERVITORNO” DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, elaborado por el Sr. Roberto Wladimir Villacís Martínez, portador de la cédula de ciudadanía: 1721974879, 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.
- Está concluido en su totalidad

Ambato, septiembre 2023

---



---

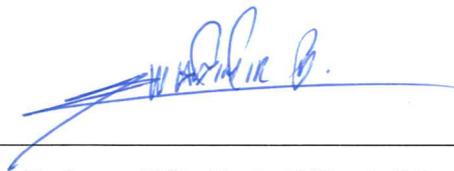
**Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano**

**TUTOR**

## AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Roberto Wladimir Villacís Martínez, con C.I. 1721974879 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 LA EMPRESA “SERVITORNO” DE LA CIUDAD DE AMBATO”**, así como también los análisis estadísticos, ideas, criterios, tablas, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, septiembre 2023



---

**Roberto Wladimir Villacís Martínez**

**C.I. 1721974879**

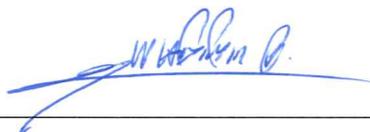
**AUTOR**

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

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

Ambato, septiembre 2023



---

**Roberto Wladimir Villacís Martínez**

**C.I. 1721974879**

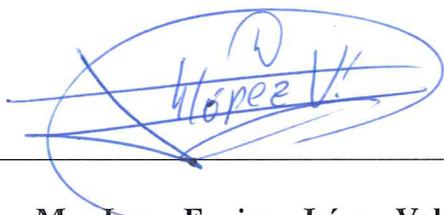
**AUTOR**

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Roberto Wladimir Villacís Martínez de la Carrera de Mecánica, bajo el tema: “**DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA “SERVITORNO” DE LA CIUDAD DE AMBATO**”.

Ambato, septiembre 2023

Para constancia firman:



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

**MIEMBRO CALIFICADOR**



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

**MIEMBRO CALIFICADOR**

## **DEDICATORIA**

Este proyecto se lo dedico a mi persona, porque después de varios intentos (todos fallidos), este es ese pequeño pase para cumplir una meta tan anhelada que comenzó allá por el año 2011. Fue una larga travesía de estar en muchos lugares, viviendo varias experiencias, muchos los obstáculos que se me presentaron sin embargo aquí estoy, demostrándole a la vida y a mí mismo que varias caídas no te pueden acabar. Es por eso que me lo dedico a mí, por no rendirme y mantenerme firme en alcanzar esta meta.

Wladimir Villacís

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y la Virgencita de Agua Santa por siempre haberme dado la sabiduría, fortaleza y salud a mis familiares y seres queridos.

Agradezco a mi madre, mis hermanos, mis abuelitos, mi novia y mis compañeros de carrera que son mis amigos por no dejarme caer en esos momentos donde uno siente que no puede más y ser ese apoyo que te motiva a seguir.

Agradezco al Ing. Christian Castro por ser ese amigo y tutor que supo guiarme de la mejor manera en la realización de este proyecto.

Finalmente agradezco a la empresa “SERVITORNO” y a todo su personal por haberme dado la oportunidad de realizar el presente proyecto en sus instalaciones.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1    Antecedentes .....	1
1.1.1    Justificación.....	2
1.1.2    Fundamento Teórico .....	3
1.2    Objetivos .....	17
1.2.1    Objetivo general .....	17
1.2.2    Objetivos específicos .....	18
CAPÍTULO II .....	19
2    METODOLOGÍA .....	19
2.1    Materiales y Recursos .....	19
2.1.1    Recursos Humanos.....	19
2.1.2    Recursos Materiales .....	19
2.1.3    Recursos institucionales .....	19

2.1.4	Recursos económicos .....	19
2.2	Métodos .....	20
2.3	Modalidad de investigación.....	21
2.3.1	Investigación de campo.....	21
2.3.2	Investigación bibliográfica.....	21
2.3.3	Recolección de datos.....	21
2.3.4	Diagrama de etapas .....	22
CAPITULO III.....		23
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
3.1	Resultados y discusión .....	23
3.1.1	Descripción de la empresa .....	23
3.1.2	Análisis del estado actual de la maquinaria .....	23
3.1.3	Inventario de máquinas .....	24
3.1.4	Ficha técnica de las máquinas de la empresa “SERVITORNO” .....	27
3.1.5	Componentes, sistema y subsistemas de las máquinas .....	31
3.1.6	Análisis estadístico de las máquinas .....	38
3.1.7	Documentación técnica de las máquinas.....	54
3.1.8	Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) de las máquinas de la empresa “SERVITORNO” .....	58
3.1.9	Bitácoras de mantenimiento de las máquinas de la empresa “SERVITORNO”.....	105
3.1.10	Gama de mantenimiento .....	124
3.1.11	Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa “SERVITORNO” de la ciudad de Ambato .....	125
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
4.1	Conclusiones .....	141
4.2	Recomendaciones .....	142

BIBLIOGRAFÍA .....	143
ANEXOS .....	146

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama de proceso de mantenimiento correctivo [5]. .....	4
<b>Figura 2:</b> Ensayos no destructivos aplicados en el mantenimiento predictivo [9].....	6
<b>Figura 3:</b> Posible clasificación de los activos [2]. .....	8
<b>Figura 4:</b> Diagrama de etapas del proyecto. ....	22
<b>Figura 5:</b> Curva de la bañera del torno convencional JET.....	41
<b>Figura 6:</b> Curva de la bañera de la tronadora de sierra cinta RONGFU. ....	43
<b>Figura 7:</b> Curva de la bañera del taladro fresador AL-HAWK. ....	45
<b>Figura 8:</b> Curva de la bañera del taladro fresador BELFLEX. ....	47
<b>Figura 9:</b> Curva de la bañera del taladro vertical HELLER. ....	49
<b>Figura 10:</b> Curva de la bañera del taladro vertical HELFER.....	51
<b>Figura 11:</b> Curva de la bañera de la soldadora TIG CÉBORA.....	53

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo [4].	5
<b>Tabla 2:</b> Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo [9].	6
<b>Tabla 3:</b> Esquema para el formato de inventario de máquinas de SERVITORNO.	8
<b>Tabla 4:</b> Guía estructurada AMFE [16].	11
<b>Tabla 5:</b> Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo [16].	12
<b>Tabla 6:</b> Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo [16].	13
<b>Tabla 7:</b> Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario [16].	14
<b>Tabla 8:</b> Factor de frecuencia de fallos [20].	16
<b>Tabla 9:</b> Factor de impacto operacional [20].	16
<b>Tabla 10:</b> Factor de impacto por flexibilidad operacional [20].	16
<b>Tabla 11:</b> Factor de costes de mantenimiento [20].	16
<b>Tabla 12:</b> Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente (SHA) [20].	16
<b>Tabla 13:</b> Ejemplo de tabla para gamas de mantenimiento [12].	17
<b>Tabla 14:</b> Costos del Proyecto.	20
<b>Tabla 15:</b> Formato de ficha técnica para la maquinaria.	21
<b>Tabla 16:</b> Información de la empresa.	23
<b>Tabla 17:</b> Estructura de la codificación.	24
<b>Tabla 18:</b> Áreas de la empresa.	24
<b>Tabla 19:</b> Inventario de máquinas de la empresa SERVITORNO.	25
<b>Tabla 20:</b> Listado de máquinas para el desarrollo del mantenimiento.	26
<b>Tabla 21:</b> Ficha técnica del torno convencional.	27
<b>Tabla 22:</b> Ficha técnica tronzadora de sierra cinta.	28
<b>Tabla 23:</b> Ficha técnica del taladro fresador AL-HAWK.	28
<b>Tabla 24:</b> Ficha técnica del taladro fresador BELFLEX.	29
<b>Tabla 25:</b> Ficha técnica del taladro vertical HELLER.	29
<b>Tabla 26:</b> Ficha técnica taladro vertical HELFER.	30
<b>Tabla 27:</b> Ficha técnica soldadora TIG.	30
<b>Tabla 28:</b> Componentes del torno convencional JET 465-GHB1440A.	31
<b>Tabla 29:</b> Componentes de la tronzadora sierra cinta RONGFU RF-712N.	32

<b>Tabla 30:</b> Componentes del taladro fresador AL-HAWK ZX40A. ....	33
<b>Tabla 31:</b> Componentes del taladro fresador BELFLEX BF-7032-FGM.....	34
<b>Tabla 32:</b> Componentes del taladro vertical HELLER B32IE.....	35
<b>Tabla 33:</b> Componentes del taladro vertical HELFER B40HE. ....	36
<b>Tabla 34:</b> Componentes de la soldadora TIG CÉBORA WIN TIG AC-DC 180 M. 37	
<b>Tabla 35:</b> Datos estadísticos del torno convencional JET. ....	39
<b>Tabla 36:</b> Datos estadísticos de la tronzadora de sierra cinta RONGFU.....	42
<b>Tabla 37:</b> Datos estadísticos del taladro fresador AL-HAWK. ....	44
<b>Tabla 38:</b> Datos estadísticos del taladro fresador BELFLEX.....	46
<b>Tabla 39:</b> Datos estadísticos del taladro vertical HELLER. ....	48
<b>Tabla 40:</b> Datos estadísticos del taladro vertical HELFER. ....	50
<b>Tabla 41:</b> Datos estadísticos de la soldadora TIG.....	52
<b>Tabla 42:</b> Promedio de disponibilidad de las máquinas.....	53
<b>Tabla 43:</b> Condiciones de servicio del torno convencional JET.....	54
<b>Tabla 44:</b> Condiciones de servicio de la tronzadora de sierra cinta RONGFU. ....	55
<b>Tabla 45:</b> Condiciones de servicio del taladro fresador AL-HAWK.....	55
<b>Tabla 46:</b> Condiciones de servicio del taladro fresador BELFLEX. ....	56
<b>Tabla 47:</b> Condiciones de servicio del taladro vertical HELLER.....	56
<b>Tabla 48:</b> Condiciones de servicio del taladro vertical HELFER.....	57
<b>Tabla 49:</b> Condiciones de servicio de la soldadora TIG CÉBORA.....	57
<b>Tabla 50:</b> Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Torno convencional JET. .....	59
<b>Tabla 51:</b> Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) de la Tronzadora de sierra cinta RONGFU. ....	63
<b>Tabla 52:</b> Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Taladro fresador AL- HAWK. ....	67
<b>Tabla 53:</b> Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Taladro fresador BELFLEX. ....	71
<b>Tabla 54:</b> Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Taladro vertical HELLER. ....	75
<b>Tabla 55:</b> Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del taladro vertical HELFER. .....	79

<b>Tabla 56:</b> Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) de la Soldadora TIG CÉBORA. ....	83
<b>Tabla 57:</b> Análisis de criticidad del Torno convencional JET. ....	88
<b>Tabla 58:</b> Análisis de criticidad de la tronzadora de Sierra cinta RONGFU. ....	90
<b>Tabla 59:</b> Análisis de criticidad del Taladro fresador AL-HAWK. ....	92
<b>Tabla 60:</b> Análisis de criticidad del Taladro fresador BELFLEX. ....	94
<b>Tabla 61:</b> Análisis de criticidad del Taladro vertical HELLER. ....	96
<b>Tabla 62:</b> Análisis de criticidad del Taladro vertical HELFER. ....	98
<b>Tabla 63:</b> Análisis de criticidad de la Soldadora TIG CÉBORA. ....	100
<b>Tabla 64:</b> Resumen de componentes críticos del Torno convencional JET. ....	102
<b>Tabla 65:</b> Resumen de componentes críticos de la Tronzadora de sierra cinta RONGFU. ....	102
<b>Tabla 66:</b> Resumen de componentes críticos del Taladro fresador AL-HAWK. ...	103
<b>Tabla 67:</b> Resumen de componentes críticos del Taladro fresador BELFLEX. ....	103
<b>Tabla 68:</b> Resumen de componentes críticos del Taladro vertical HELLER. ....	104
<b>Tabla 69:</b> Resumen de componentes críticos del Taladro vertical HELFER. ....	104
<b>Tabla 70:</b> Resumen de componentes críticos de la Soldadora TIG CÉBORA. ....	105
<b>Tabla 71:</b> Frecuencias de mantenimiento para la bitácora. ....	105
<b>Tabla 72:</b> Bitácora de mantenimiento del Torno Convencional JET. ....	106
<b>Tabla 73:</b> Bitácora de mantenimiento de la Tronzadora de sierra cinta RONGFU. ....	109
<b>Tabla 74:</b> Bitácora de mantenimiento del Taladro fresador AL-HAWK. ....	111
<b>Tabla 75:</b> Bitácora de mantenimiento del Taladro fresador BELFLEX. ....	113
<b>Tabla 76:</b> Bitácora de mantenimiento del Taladro fresador HELLER. ....	115
<b>Tabla 77:</b> Bitácora de mantenimiento del Taladro vertical HELFER. ....	118
<b>Tabla 78:</b> Bitácora de mantenimiento de la Soldadora TIG CÉBORA. ....	121
<b>Tabla 79:</b> Gama de mantenimiento mes de marzo para el Torno convencional JET. ....	124

## RESUMEN EJECUTIVO

La empresa “SERVITORNO” ubicada en la ciudad de Ambato carece de un plan de mantenimiento, por lo que las máquinas detienen su funcionamiento hasta que estas sean reparadas, debido a esto los procesos de producción se retrasan y los compromisos adquiridos con los clientes se ven afectados.

En este proyecto el método de investigación más sobresaliente que aplicamos fue la de campo ya que tuvimos que visitar constantemente la empresa y estar en contacto con la maquinaria de estudio. Se realizó el inventario de las máquinas con su respectiva codificación y la elaboración de las fichas técnicas correspondientes a cada una de ellas, donde consta la información más relevante y necesaria. Posterior al levantamiento de información se realizó el diagnóstico de las máquinas mediante un análisis estadístico, en el cual se pudo determinar que se encuentran en buen estado y funcionando con una disponibilidad del 97,69 por ciento. Además, se realizó un análisis AMFE y de criticidad para determinar cuáles son los elementos más propensos a tener fallos o averías y así poder establecer las actividades en las gamas de mantenimiento; este registro de actividades se lo llevará mediante un software específico que permite el fácil manejo y organización de estas actividades.

El desarrollado de este proyecto permitirá evitar las paradas emergentes de la maquinaria, garantizar los procesos de producción a tiempo y disminuir las pérdidas económicas que se generaban en la empresa por no contar con un plan de mantenimiento preventivo que mitigue los fallos inesperados en las máquinas.

**Palabras Clave:** Mantenimiento preventivo, SERVITORNO, Torno convencional, Taladro fresador, Taladro vertical, Soldadora TIG, Software específico, Criticidad, AMFE.

## ABSTRACT

The company "SERVITORNO" located in the city of Ambato lacks a maintenance plan, so the machines stop working until they are repaired, due to this the production processes are delayed and the commitments acquired with the clients are affected.

In this project, the most outstanding research method we applied was the field research, since we had to constantly visit the company and be in contact with the machinery under study. An inventory of the machines was made with their respective codification and the elaboration of the technical data sheets corresponding to each one of them, where the most relevant and necessary information is included. After the information was collected, the machines were diagnosed by means of a statistical analysis, in which it was determined that they are in good condition and operating with an availability of 97.69 percent. In addition, an FMEA and criticality analysis was performed to determine which elements are most prone to failures or breakdowns and thus be able to establish the activities in the maintenance ranges; this record of activities will be kept by means of specific software that allows easy management and organization of these activities.

The development of this project will allow to avoid the emergent stops of the machinery, to guarantee the production processes on time and to diminish the economic losses that were generated in the company for not having a preventive maintenance plan that mitigates the unexpected failures in the machines.

**Keywords:** Preventive maintenance, SERVITORNO, Conventional lathe, Milling drill, Vertical drill, TIG welder, Specific software, Criticality, FMEA.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

El mantenimiento es la actividad con la cual una institución busca mantener el buen estado de sus propiedades físicas con el único fin de que estas puedan desenvolverse y operar en su totalidad, evitando paros en sus procesos de producción con un coste que no afecte a la economía de esta [1].

Con el pasar del tiempo el concepto de mantenimiento ha ido evolucionando desde la segunda guerra mundial donde el proceso de mantenimiento solo se ocupaba de arreglar las averías (mantenimiento correctivo) hasta finales de los años 70 donde se dan cuenta de la relación que existe entre la edad de la maquinaria y las probabilidades de fallo por lo que se empieza hacer ciertas sustituciones para prevenirlos (mantenimiento preventivo). Al inicio de los años 80 se empieza averiguar cuál es el origen de los problemas en la maquinaria, por lo que realizan estudios de causa efecto haciendo participe a las áreas de producción para detectar los fallos (mantenimiento predictivo) [2].

El poseer un plan de mantenimiento para la maquinaria de una empresa se da a partir de que estas a lo largo de su vida útil sufren una serie de fallos y averías, que al no ser evitadas no van a cumplir con el objetivo para el cual estas fueron creadas, su rendimiento va a disminuir afectando a la capacidad de producción y economía de la empresa al igual que su vida útil se reducirá en gran parte. El desarrollar un plan de mantenimiento preventivo implica que también se necesita de personal capacitado no solo para operar la maquinaria sino también que tengan la preparación necesaria para poder realizar las respectivas reparaciones [3].

Como se indica en [3], las empresas necesitan un plan de mantenimiento adecuado al proceso de producción. Este plan de mantenimiento no debe ser responsabilidad solo de una área o sección, sino debe ser asumido de forma integral por todos aquellos que conforman la industria desde la dirección hasta las personas que operan la maquinaria.

De acuerdo al proyecto de tesis realizado en Pereira - Colombia por los autores Rafael Ángel y Héctor Olaya con el tema: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA AGROANGEL” nos dice que el tener un plan de mantenimiento preventivo no nos dice que estas nunca van a fallar sino más bien lo que este hace es concientizar a la empresa y operadores para que tomen de mucha importancia el hecho de mantener en condiciones operativas a las máquinas para que éstas puedan cumplir la función para la que fueron creadas [4].

El mantenimiento preventivo es una supervisión planificada de actividades a desarrollarse para evitar paros emergentes de las máquinas, es decir corregir los posibles fallos antes de que estos aparezcan. De esta manera se mantiene el buen estado, uso continuo y se evita la depreciación temprana de las propiedades físicas de una empresa. Al implementar el plan de mantenimiento, la inspección de los equipos estará a cargo de los técnicos mientras que la limpieza y calibración de estos estará a cargo de los operadores [5].

En la tesis de grado realizada en la ciudad de Ambato con el tema “PLAN DE MANTENIMIENTO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE LAS SIGUIENTES ÁREAS: TALLER DE ENDEREZADO Y PINTURA DE VEHÍCULOS LIVIANOS, TALLER DE ENDEREZADA Y PINTURA DE VEHÍCULOS PESADOS Y TALLER MECÁNICO MULTIMARCA DE VEHÍCULOS PESADOS DE LA AGENCIA MAVESA INDOAMÉRICA UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO” por el autor Bryan Navarrete concluye que el desarrollar un plan de mantenimiento preventivo con apoyo de un software ayuda a tener un buen manejo de información respecto a las tareas y registros [6].

### **1.1.1 Justificación**

Las instituciones o empresas tienen como objetivo principal entregar un producto de calidad ya que de eso depende la fidelidad de sus clientes. Al no poder cumplir con esto su economía y reputación se vería afectada, es por eso que para hacerlo la maquinaria debe tener un buen funcionamiento y correcta calibración; esto va de la mano con los trabajadores ya que así pueden desempeñar de manera satisfactoria sus actividades y entregar productos de calidad. Es por eso que la empresa

“SERVITORNO” al no tener un plan de mantenimiento preventivo sufre paros emergentes que retrasan las actividades y también afectan a la calidad del producto final. Así surge la necesidad de implementar un plan de mantenimiento preventivo que permita aumentar la operatividad de la maquinaria.

## **1.1.2 Fundamento Teórico**

### **1.1.2.1 Mantenimiento Industrial**

El mantenimiento industrial es el conjunto de actividades que se enfoca en asegurar el correcto funcionamiento de las máquinas y equipos que forman parte de algún proceso de producción dentro de una industria, permitiendo de esta manera evitar paros emergentes, alargar su vida útil y que cumplan en su totalidad el objetivo para el cual fueron creadas [7].

#### **Ventajas del mantenimiento industrial**

- La calidad de los productos elaborados aumentará y su costo de producción será bajo.
- Se cumplirá las ordenes de trabajo en los tiempos acordados con el cliente.
- Los accidentes laborales por mal estado de las máquinas se reducirán considerablemente.
- Se detectarán las posibles fallas a tiempo para tomar acciones antes de que sufran una avería [7].

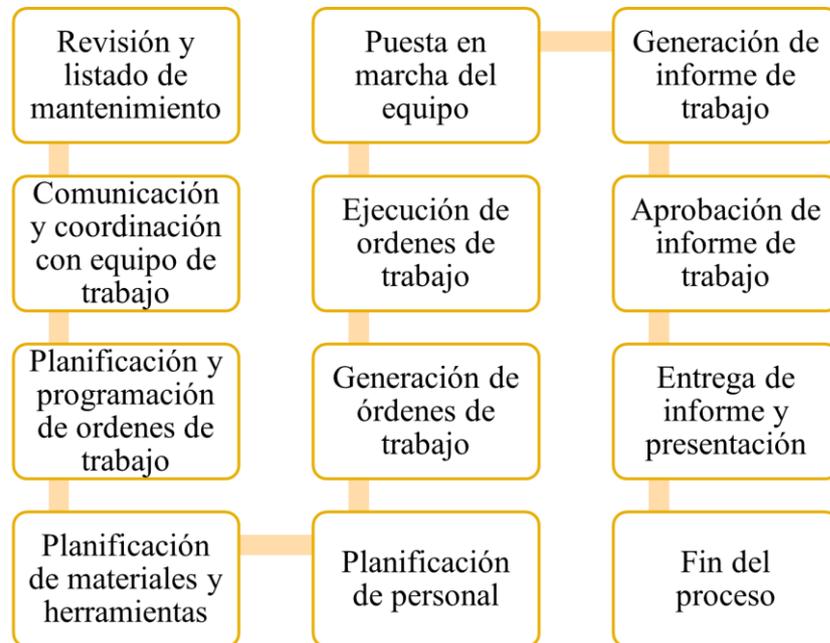
### **1.1.2.2 Tipos de mantenimiento**

Entre los diferentes tipos de mantenimiento tenemos:

#### **1.1.2.2.1 Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo es aquella actividad que se requiere efectuar sobre las propiedades físicas de una empresa cuando estas dejan de cumplir la función para la cual fueron creadas [5]. Este tipo de mantenimiento se lo aplica cuando ya se ha producido una falla o deja de funcionar la máquina, puede ser a causa del mismo uso o por reducción de su vida útil, se lo puede considerar ventajoso ya que no requiere de una inspección previa, siempre y cuando esto no afecte a los procesos de producción al momento de su reparación (Figura 1). Estos fallos pueden ir desde un simple ajuste

hasta el reemplazo total de alguna pieza para lograr poner en funcionamiento nuevamente a la máquina [8].



**Figura 1:** Diagrama de proceso de mantenimiento correctivo [5].

**El mantenimiento correctivo se clasifica en:**

**Mantenimiento correctivo no programado:** Este tipo de mantenimiento se pone en proceso cuando sucede un fallo emergente fuera de la planificación, por lo que de manera inmediata se deben efectuar los respectivos trabajos de reparación con el objetivo de que la máquina entre en servicio lo antes posible ya que se encuentra en riesgo los compromisos adquiridos en la empresa por la entrega de productos a tiempo [5].

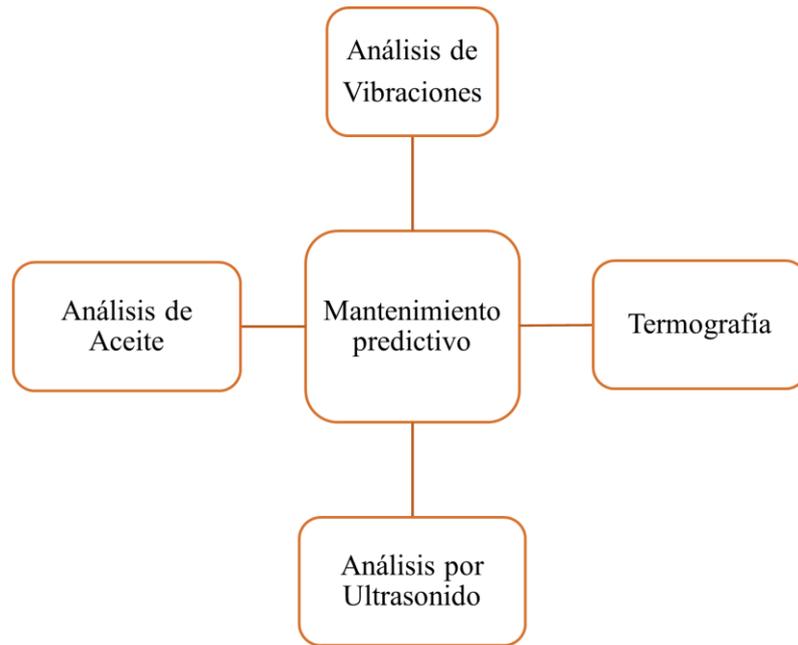
**Mantenimiento correctivo programado:** La intervención de este tipo de mantenimiento ante un fallo no es de manera urgente, se lo puede realizar en días posteriores, incluso en el transcurso de la semana ya que los procesos de producción de la empresa a corto plazo no son afectados. Este tipo de mantenimiento es recomendable aplicarlo a los bienes que no son vitales para la empresa (Tabla 1) [5].

**Tabla 1:** Ventajas y desventajas del mantenimiento correctivo [5].

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
El tiempo de reparación es reducido.	El tipo de reparación que se realiza aquí es provisional por la rapidez con la que se lo realiza.
No requiere de una programación previa.	Las paralizaciones de los equipos son largas y costosas.
Empleado de manera adecuada se reduce costos de mantenimiento.	El personal que pertenece a producción se mantiene en riesgo.
Las máquinas al iniciar su trabajo cuando son nuevas van a rendir un largo tiempo hasta que ocurra su primer fallo.	Los trabajadores no pueden desempeñar sus actividades al presentarse las fallas imprevistas.
Los componentes que fallan son reemplazados por nuevos y no necesitan de atención permanente aumentando la operatividad de la máquina.	No se sabe la disponibilidad que tienen los equipos o maquinaria.

#### **1.1.2.2.2 Mantenimiento predictivo**

El mantenimiento predictivo es una manera de investigar mediante ensayos no destructivos (Figura 2) el funcionamiento de las máquinas y equipos, pudiendo de esta manera detectar algunos signos de advertencia que indiquen cual de sus componentes no están trabajando de manera correcta. Una vez detectadas las averías se puede programar la correspondiente reparación sin afectar los procesos de producción y aumentando la vida útil de la maquinaria [9].



**Figura 2:** Ensayos no destructivos aplicados en el mantenimiento predictivo [9].

### 1.1.2.2.3 Mantenimiento preventivo

La finalidad de este tipo de mantenimiento es prevenir fallos que aún no se han producido, las acciones que aplica este mantenimiento son de rutina como prevención de fallas por inspección, lubricación, reapriete, reglaje, etc., de los componentes que lo necesiten al momento de la inspección y así mismo la reposición de estos por su desgaste [10].

**Tabla 2:** Ventajas y desventajas del mantenimiento preventivo [10].

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Las tareas de mantenimiento se las realiza en un instante de tiempo predeterminado.	El reemplazo de los componentes se lo hace prematuramente.
El suministro de recursos de apoyo al mantenimiento se lo hace de manera anticipada.	La vida útil del equipo no es aprovechada en su totalidad.
Se evita posibles interrupciones de producción costosas.	La disponibilidad de la máquina se reduce si las acciones de mantenimiento no están bien organizadas.
El tiempo entre fallos es mayor.	Requiere de un gasto económico más alto.

### **1.1.2.3 Objetivo del mantenimiento**

El mantenimiento tiene como objetivo principal mantener los bienes físicos que estén relacionados con el área de producción de una empresa, en condiciones operativas, niveles altos de calidad, bajo costo y una programación capaz de evitar paros emergentes que afecten a los compromisos adquiridos de la empresa para con las responsabilidades que debe cumplir [8].

### **1.1.2.4 Plan de mantenimiento**

Como se indica en [11], un plan de mantenimiento es el “conjunto estructurado y documentado de tareas que incluyen las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para realizar el mantenimiento”

Las tareas realizadas en un plan de mantenimiento están dirigidas a la recuperación de todos aquellos componentes que conforman las máquinas, instalaciones y equipos que se han ido desgastando por el uso, para así evitar averías que comprometan los procesos de producción a través de un mantenimiento preventivo y actividades que permitan predecir cual va a ser el comportamiento de la máquina o equipo [1].

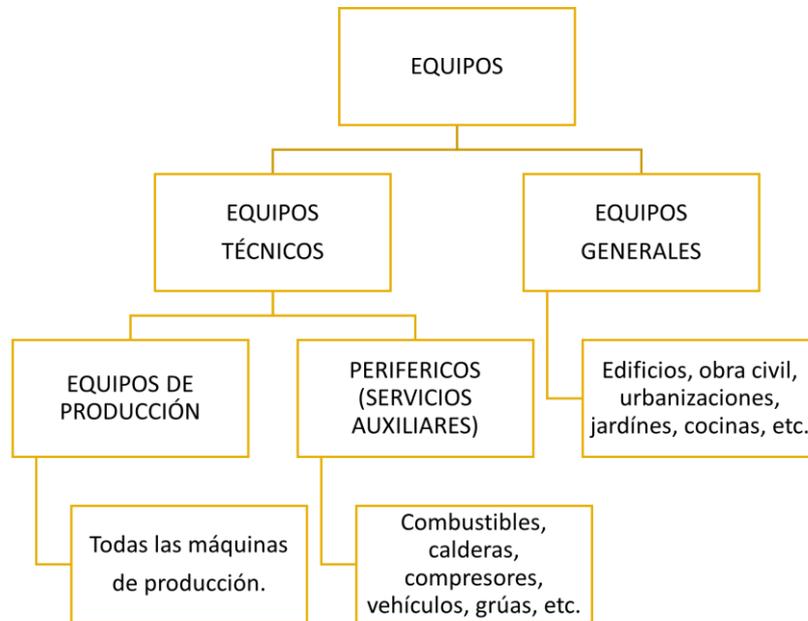
### **1.1.2.5 Inventario de máquinas**

El inventario es un listado donde constan todos los activos pertenecientes a una empresa, este debe contener el número de equipo con su respectiva codificación, tipo, abreviatura, marca, serie y la cantidad de estos elementos existentes en la empresa como nos indica la Figura 3. Por pequeña que sean las instalaciones es recomendable poseer el inventario y actualizarlo de manera permanente [2].

**Tabla 3:** Esquema para el formato de inventario de máquinas de SERVITORNO.

					
INVENTARIO DE MÁQUINAS					
Nº	CÓDIGO	MÁQUINAS	MARCA	SERIE	CANTIDAD
1					
2					
3					
4					
5					

La recolección de información de los activos es beneficioso y de gran ayuda al momento de realizar reparaciones, inspecciones y analizar procedimientos de mantenimiento ya que se optimiza el tiempo, se toman buenas decisiones y se garantiza el rendimiento de las máquinas reduciendo fallos y paradas emergentes (Figura 4) [12].



**Figura 3:** Posible clasificación de los activos [2].

Para la caracterización de los equipos se puede seguir estas tres etapas:

**Etapas 1:** Dentro de esta etapa se realiza el inventario de activos verificando la disponibilidad de las máquinas, su estado y seguido por la verificación de los códigos de inventario que posee cada una de estas. También se debe tener presente la información de si las máquinas se encuentran con alguna falla para que esto pueda ser solucionado y puesta en funcionamiento [13].

**Etapas 2:** Se realiza la recolección de datos de acuerdo con lo que nos dice la norma ISO 12224-2016, donde la gestión de mantenimiento es el primer lugar del cual se debe obtener toda la información necesaria, si esta no existe se deberá recurrir a la recolección de manera externa o revisar la información que proporciona el proveedor o fabricante de estas [13].

**Etapas 3:** La clasificación de las máquinas se la realiza con el fin de tener mejor organizado el plan, de acuerdo con la norma ISO 12224-2016 recomienda la aplicación de la pirámide de niveles taxonómicos, donde su clasificación está basada en factores que puedan tener en común [13].

#### **1.1.2.6 Indicadores de mantenimiento**

Estos indicadores que corresponden a la gestión de mantenimiento están relacionados directamente con la producción, permitiendo ver de qué manera se está comportando y rindiendo los sistemas, instalaciones y equipos. Estos también se encargan de medir la calidad de los trabajos y grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento planteados en la empresa [14].

- **Tiempo de operación (TO)**

$$TO = (TF - TR) \text{ horas} \quad (1)$$

TF: Tiempo de funcionamiento.

TR: Tiempo de reparación.

- **Tiempo medio entre fallos (MTBF)**

Indica el tiempo en el cual es probable que aparezca una falla. Mientras más alto sea este valor mayor será la confiabilidad del sistema [14].

$$MTBF = \left(\frac{TO}{N}\right) \text{ horas} \quad (2)$$

N: Número de fallos.

TO:Tiempo de operación.

- **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

Este indicador da la medida del tiempo de reparación del equipo que se encuentra fuera de servicio por falla en un período de tiempo determinado [14].

$$MTTR = \left(\frac{TR}{N}\right) \text{ horas} \quad (3)$$

- **Tasa de fallos ( $\lambda$ )**

$$\lambda = \left(\frac{1}{MTBF}\right) \text{ fallos por unidad de tiempo} \quad (4)$$

- **Tasa de reparación ( $\mu$ )**

$$\mu = \left(\frac{1}{MTTR}\right) \text{ reparaciones por unidad de tiempo} \quad (5)$$

- **Disponibilidad (D)**

Es la función que nos permite determinar en qué porcentaje de tiempo un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue creado [14].

$$D = \left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100\right) \% \quad (6)$$

- **Fiabilidad (R(t))**

Probabilidad de funcionamiento sin fallos durante un período de tiempo determinado en condiciones ambientales dadas [2].

$$R(t) = e^{-\lambda(tO)} \quad (7)$$

*TO*: Tiempo de operación.

### 1.1.2.7 Análisis modal de fallos y efectos – AMFE

Este análisis es un método que permite determinar los modos de falla de un equipo y la frecuencia con la que se presentan. De esta manera es posible clasificar por orden de importancia las fallas producidas, logrando plantear las actividades de mantenimiento en aquellas áreas donde se genera un mayor impacto económico con la finalidad de mitigarlas [14].

El objetivo principal de AMFE es conocer las posibles causas de fallos que aún no se han producido, tomando en cuenta la frecuencia y gravedad con la que aparece. Esto ayuda en la toma de decisiones sobre las políticas de mantenimiento y repuestos. Se lo realiza mediante una hoja estructurada (Tabla 4) de tal manera que ayuda de guía al momento de realizar este análisis [2].

**Tabla 4:** Guía estructurada AMFE [15].

ELABORADO POR:				MARCA:			SERIE:				
MÁQUINA/EQUIPO:				MODELO:			CÓDIGO:				
Nº	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	

Para la elaboración de la matriz AMFE se debe tener en cuenta tres puntos importantes, los cuales son la detectabilidad, frecuencia y gravedad de los fallos que ocurren en las máquinas de la empresa. Existen valores numéricos que ayudan en la toma de decisiones para si una máquina que ha tenido un fallo se la debe tener como prioridad para ser resuelto o si esta podrá continuar realizando sus actividades sin ningún inconveniente [16].

### 1.1.2.7.1 Detectabilidad

En el proceso de producción se puede presentar cualquier fallo por lo que es necesario detectarlo a tiempo antes de que este llegue a afectar al cliente. La siguiente tabla (Tabla 5) nos da un criterio de valores numéricos que representan el nivel de detectabilidad que estos tienen, mientras más tarde sea la detección del fallo las consecuencias de este serán más importantes. Los valores numéricos en la tabla están dados de 1 al 10, mientras más alto el valor es más improbable la detección de la falla. [15].

**Tabla 5:** Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo [15].

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

### 1.1.2.7.2 Frecuencia

La frecuencia mide repetitividad de un fallo, es la probabilidad con la que este puede aparecer nuevamente. Para lo cual utilizamos valores numéricos en el rango de 1 a 10 donde mientras más se acerque al mayor número podemos decir que el fallo puede ocurrir de manera recurrente, para esto la Tabla 6 detalla los distintos criterios para la ubicación de los valores dentro de la matriz AMFE [15] y [16].

**Tabla 6:** Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo [15].

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

### 1.1.2.7.3 Gravedad

Por medio de este análisis se puede conocer el nivel de consecuencia que puede ocurrir ante la presencia de los posibles fallos, tomando en cuenta que mientras la satisfacción del usuario disminuye o hay repercusiones en los costes el valor numérico incrementa con respecto a la Tabla 7. En la tabla que se muestra a continuación los índices de gravedad son del 1 al 10, de tal manera que mientras más alto el valor del índice es más grave [17].

**Tabla 7:** Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario [15].

<b>GRAVEDAD</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>VALOR</b>
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

#### 1.1.2.7.4 Índice de prioridad de riesgo (IPR)

El IPR es el producto de los tres factores antes mencionados (detectabilidad, frecuencia y gravedad) que permite determinar la prioridad de intervención en el proceso o producto a ser analizado. Este producto debe ser calculado para todas las causas de fallo, si como resultado obtenemos un IPR superior a 100 se lo considera como crítico, caso contrario no necesitará intervención salvo que sea para realizar alguna mejora [15].

La ecuación que nos permite calcular el IPR está dada de la siguiente manera:

$$IPR = G * D * F \quad (8)$$

Donde:

IPR: Índice de prioridad de riesgo

G: Gravedad

D: Disponibilidad

F: Frecuencia

#### **1.1.2.8 Análisis de criticidad**

El análisis de criticidad tiene como objetivo principal establecer un método que sirva de ayuda para jerarquizar los activos de una empresa priorizando el impacto que tengan con la presencia de fallos en sus procesos de producción, permitiendo de esta manera facilitar la toma de decisiones [18]. Para el análisis de criticidad se detalla la siguiente ecuación:

$$C = FF * CO \quad (9)$$

Donde:

C: Criticidad total por riesgo [19].

FF: Frecuencia de fallos en un período de tiempo [19].

CO: Consecuencias de los eventos de fallos [19].

Para CO se obtiene de la siguiente ecuación:

$$CO = (IO * FO) + CM + SHA \quad (10)$$

Donde:

IO: Factor de impacto en la producción [19].

FO: Factor de flexibilidad operacional [19].

CM: Factor de costes de mantenimiento [19].

SHA: Factor en seguridad, higiene y ambiente [19].

Los factores antes señalados se ponderan en las siguientes tablas para su evaluación:

**Tabla 8:** Factor de frecuencia de fallos [19].

FRECUENCIA DE FALLOS	VALORACIÓN
Mayor a 4 eventos al año.	4
De 2 a 4 eventos al año.	3
Entre 1 y 2 evento al año.	2
Menos de 1 evento al año.	1

**Tabla 9:** Factor de impacto operacional [19].

IMPACTO OPERACIONAL	VALORACIÓN
Parada inmediata total.	10
Parada del complejo planta y tiene repercusión en otros complejos.	6
Impacta 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

**Tabla 10:** Factor de impacto por flexibilidad operacional [19].

IMPACTO POR FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	VALORACIÓN
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción, tiempos de reparación y logística muy grandes.	4
Se dispone de unidades de reserva que logran cubrir de manera parcial el impacto de producción.	2
Se dispone de unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y pequeña logística.	1

**Tabla 11:** Factor de costes de mantenimiento [19].

COSTES DE MANTENIMIENTO	VALORACIÓN
Costes de reparación, materiales y mano de obra superiores a 1200 dólares.	2
Costes de reparación, materiales y mano de obra inferiores a 1200 dólares.	1

**Tabla 12:** Factor de impacto en seguridad, higiene y ambiente (SHA) [19].

IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)	VALORACIÓN
Afecta a 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

<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>	<b>VALORACIÓN</b>
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas ambientales.	1

El principio de Pareto en el cual Joseph M. Juran (1904 – 2008) lo adaptó a la gestión de calidad. Aproximadamente el 80% de las variaciones que se dan en un proceso, son originadas por el 20% de las causas de variación presentes en dicho proceso [20]. Es así que al resolver el 20% de las causas que producen esta variación se podrá eliminar el 80% de las variaciones que se presentan en un proceso [21].

### 1.1.2.9 Gamas de mantenimiento

Las gamas de mantenimiento es un método mediante una lista que permite ordenar los parámetros importantes a realizarse en estas como la frecuencia de acción y duración que son necesarios para las actividades de mantenimiento de cada máquina o equipo de la empresa (Tabla 13). Hay que tener en cuenta que esta lista debe estar bien detalladas las actividades y tiempos de duración para evitar retrasos y el plan se pueda ejecutar de manera continua [22].

**Tabla 13:** Ejemplo de tabla para gamas de mantenimiento [22].

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO MAQUINARIA - SERVITORNO</b>			
<b>Máquina/Equipo:</b>		<b>Serie:</b>	
<b>Marca:</b>		<b>Código:</b>	
<b>Modelo:</b>		<b>Mes:</b>	
<b>Actividad</b>			<b>Frecuencia</b>

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

- Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa “SERVITORNO” de la ciudad de Ambato.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- **Realizar un diagnóstico de las máquinas, para conocer su estado actual y condiciones de trabajo para de esta manera asignar los cuidados que se le deben dar.**

Se lo hará mediante inspección visual a todas las máquinas y entrevista al personal a cargo de realizar el mantenimiento de estas para conocer las condiciones y su estado actual.

- **Elaborar la documentación técnica de cada máquina que nos permita conocer sus características, capacidad e identificarlas.**

Nos basaremos en la documentación entregada por el proveedor al momento de su adquisición donde consta toda la información de la máquina.

- **Analizar los fallos y modos de fallo mediante AMFE y criticidad para determinar cuáles son los componentes más críticos.**

Se lo hará con la información recolectada de sus tiempos de operación calculada en horas donde constan aspectos propios del estadístico de mantenimiento.

- **Realizar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa “SERVITORNO” de la ciudad de Ambato basándonos en los requerimientos del decreto ejecutivo 2393 del IEISS.**

Se realizará el plan de mantenimiento de acuerdo con los requerimientos establecidos en el decreto.

- **Utilizar un software específico para llevar un registro de las actividades de mantenimiento a realizarse en las máquinas.**

Se utilizará Microsoft Excel para el ordenamiento de las actividades y posterior a eso cargarlo en el software FRACTTAL ONE.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales y Recursos

##### 2.1.1 Recursos Humanos

- **Tutor académico:** Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano
- **Estudiante:** Roberto Wladimir Villacís Martínez

##### 2.1.2 Recursos Materiales

Los siguientes materiales serán utilizados para la elaboración del estudio y plan de mantenimiento:

MATERIALES	DESCRIPCIÓN
Computador	Dispositivo utilizado para la elaboración del proyecto técnico mediante Office.
Manuales de maquinaria	Documentos físicos entregadas por el fabricante donde consta la información de las máquinas adquiridas por la empresa.
Material de librería	Elementos utilizados para apuntes.
Internet	Medio utilizado para consultar información.

##### 2.1.3 Recursos institucionales

- Biblioteca física y virtual de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
- Instalaciones de la empresa SERVITORNO.

##### 2.1.4 Recursos económicos

- Los recursos económicos serán sustentados por el autor del presente proyecto técnico, los mismos que se detallan a continuación:

**Tabla 14:** Costos del Proyecto.

<b>DETALLE</b>	<b>(\$ COSTO)</b>
Movilización hacia la empresa	\$ 80
Internet	\$ 100
Electricidad	\$ 60
Material de librería	\$ 70
Alimentación en días de visita a la empresa	\$ 100
Equipos de computo	\$ 1200
<b>Total</b>	<b>\$ 1610</b>

## 2.2 Métodos

Para la elaboración del presente proyecto técnico se utilizó varios métodos de investigación entre los cuales sobresale la investigación de campo ya que se tiene que visitar constantemente la empresa SERVITORNO en la ciudad de Ambato para estar en contacto con la maquinaria y los operadores para de esta manera poder realizar una inspección visual, diagnóstico y estado actual de la maquinaria.

Para el desarrollo de este proyecto también se utilizará una investigación bibliográfica debido a que se manejará los manuales y documentos de las máquinas donde consta toda la información de las máquinas de análisis; de igual manera se trabajará con normas que van a ser de ayuda para la elaboración del presente plan de mantenimiento.

Para la recolección de información de la maquinaria se elaboró un formato (Tabla 15) donde se detalla los datos relevantes de la máquina, esto con la aprobación de la empresa SERVITORNO.

**Tabla 15:** Formato de ficha técnica para la maquinaria.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA			FICHA N°:
<b>ELABORADO:</b>	Villacís Martínez Roberto Wladimir		<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>
<b>EQUIPO:</b>	<b>MÁQUINA:</b>		<b>HERRAMIENTA:</b>
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>MÁQUINA:</b>			
<b>CÓDIGO:</b>			
<b>MARCA:</b>			
<b>SERIE:</b>			
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>			
<b>MODELO:</b>			
<b>PROCEDENCIA:</b>			
<b>ÁREA:</b>			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FUNCIÓN	
<b>VOLTAJE:</b>			
<b>PESO:</b>			
<b>DIMENSIONES:</b>			

## 2.3 Modalidad de investigación

### 2.3.1 Investigación de campo

Este tipo de investigación se utilizó para la recolección de información, características y estado actual de las máquinas ya que es necesario tener contacto directo con las mismas y realizar una entrevista al personal de taller que las utiliza, por lo que hay que visitar constantemente la empresa SERVITORNO.

### 2.3.2 Investigación bibliográfica

Se utiliza este tipo de investigación para la recolección de información de manuales de las máquinas y así también de revistas, libros, artículos científicos y tesis donde conste información verificada que se pueda utilizar para la elaboración del presente plan de mantenimiento.

### 2.3.3 Recolección de datos

Para la recolección de información se inicia con el reconocimiento de las máquinas en la empresa donde se procederá como se indicó previamente en la investigación de campo recopilando los datos necesarios para su análisis y elaboración de fichas

técnicas. De la misma manera con los documentos de cada máquina entregados por los proveedores se utilizará como guía para el análisis de las distintas actividades de mantenimiento, sin embargo, en el caso de aquellas que no los poseen se los identificará de manera visual.

### 2.3.4 Diagrama de etapas

En el siguiente diagrama se detalla las actividades que se realizarán, esto con el fin de facilitar la comprensión de las etapas realizadas.



**Figura 4:** Diagrama de etapas del proyecto.

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados y discusión

##### 3.1.1 Descripción de la empresa

La empresa SERVITORNO fundada por el Sr. Washington Valle (+) el 6 de junio de 1994, ubicada en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua empieza como una microempresa brindando apoyo al sector metalmecánico donde con arduo trabajo y constancia ha logrado posicionarse entre una de las principales empresas del centro del país dedicadas a producir mecanizados en serie [23].

##### 3.1.1.1 Datos de la empresa

En la Tabla 16 se detalla la información de la empresa:

**Tabla 16:** Información de la empresa.

<b>INFORMACIÓN DE LA EMPRESA</b>	
<b>Nombre comercial</b>	SERVITORNO
<b>Razón social</b>	Lalama Vinuesa María del Carmen Lucila
<b>Actividad económica principal</b>	FABRICACIÓN DE PARTES Y PIEZAS DE MAQUINARIA DE USO GENERAL
<b>RUC</b>	1801867704001
<b>Representante</b>	Lic. Andrés Valle
<b>Dirección</b>	Av. Bolivariana Km. 5 1/2
<b>Página web</b>	<a href="https://servitorno.com/">https://servitorno.com/</a>
<b>Correo</b>	gerencia@servitorno.com
<b>Teléfono</b>	(03) 248 - 8258

##### 3.1.2 Análisis del estado actual de la maquinaria

Se procede a realizar el análisis del estado actual de las máquinas para lo cual recopilamos todos los datos e información que tengan de las máquinas, donde se pudo constatar que carecen de codificación y éstas están ubicadas por área de trabajo. También fue necesario recopilar la información de actividades de mantenimiento que les hayan dado a las máquinas durante el año anterior donde consten el detalle de la actividad y el tiempo que les tomó realizarlo para elaborar el respectivo análisis

estadístico. Las máquinas actualmente se encuentran trabajando con normalidad, pero no disponen de un plan de mantenimiento, lo que se hacía únicamente es cambiar el componente cada que vez que presentaba problemas.

### 3.1.3 Inventario de máquinas

Listado en el cual constan todas las máquinas que pertenecen a la empresa con la finalidad de mantener el control mediante una lista donde se encuentra clasificado por código, abreviatura, tipo, marca, serie y cantidad (Tabla 19).

#### 3.1.3.1 Codificación

La codificación en las máquinas permite identificarlas de una mejor manera y en menor tiempo por lo que para este inventario está estructurada de la siguiente manera (Tabla 17):

**Tabla 17:** Estructura de la codificación.

<b>ST</b>	<b>TR</b>	-	<b>01</b>
Nombre de la empresa	Área de la máquina		Número de máquina

Las dos primeras letras se seleccionaron porque corresponden al nombre de la empresa “SERVITORNO”, en segundo lugar, las dos primeras consonantes del área a la cual pertenece la máquina, la empresa cuenta con cuatro áreas para su proceso de producción (Tabla 18) y en tercer lugar el número de máquina existente en el área de trabajo.

**Tabla 18:** Áreas de la empresa

CONSONANTES	ÁREA
TR	Torneado
TL	Taladrado y Fresado
CR	Corte
SL	Soldadura

Es así que el inventario máquinas de la empresa queda establecido de la siguiente manera:

**Tabla 19:** Inventario de máquinas de la empresa SERVITORNO.

						
INVENTARIO DE MÁQUINAS						
Nº	CÓDIGO	MÁQUINA/EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	CANTIDAD
1	STTR-01	TORNO CONVENCIONAL	JET	465-GHB1440A	1450475	2
2	STTR-02	TORNO CNC	HYUNDAI WIA	E160A	G3XC2-1127	1
3	STTL-01	TALADRO FRESADOR	AL-HAWK	ZX40A	1301007	1
4	STTL-02	TALADRO FRESADOR	BELFLEX	BF-7032-FGM	605023	1
5	STTL-03	TALADRO VERTICAL	HELLER	B32IE	E205400	1
6	STTL-04	TALADRO VERTICAL	HELPER	B40HE	140114	1
7	STCT-01	TRONZADORA DE SIERRA CINTA	RONGFU	RF-712N	6700390	1
8	STCT-02	TRONZADORA DE METAL	DEWALT	D28710-B3	172128	1
9	STSD-01	SOLDADORA TIG	CEBORA	WIN TIG AC-DC 180M	E88597	1
10	STSD-02	SOLDADORA DE POTENCIAL CONSTANTE (MIG)	COMPARC	MM252	PCO-05300	1
11	STSD-03	COMPRESOR DE AIRE	PORTEN	PCO-5300	Y112M-4	1
<b>TOTAL DE MÁQUINAS</b>						12

Para calcular el número de máquinas donde vamos a ejecutar el plan de mantenimiento se realizó mediante la fórmula de población finita:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q} \quad (11)$$

**N:** Total de la población.

**Z<sub>a</sub>:** 1.96 elevado al cuadrado (seguridad del 95%).

**p:** proporción esperada (en este caso 5% = 0.05).

**q:** 1 – p

**d:** precisión (10%).

Tomando en cuenta las máquinas repetidas se tiene un total de 12, sin embargo, el número de máquinas de diferente tipo es de 11 por lo que este es el número de máquinas que se toma en cuenta para el total de la población (N) en el análisis de población finita. Se procede al respectivo cálculo de la siguiente manera:

**Datos:**

**N** = 11

**Z<sub>a</sub>** = 1.96

$$p = 0.05$$

$$q = 1 - p$$

$$d = 10\%$$

$$n = \frac{11 * 1.96^2 * 0.95 * 0.05}{0.1^2 * (11 - 1) + 1.96^2 * 0.05}$$

$$n = 6.872$$

El valor obtenido como resultado de la aplicación de la fórmula de población finita es  $n = 6.872$ , por lo que al ser redondeado tomamos el inmediato superior de 7 siendo el número de máquinas donde se va a desarrollar el plan de mantenimiento preventivo.

Luego de realizar el análisis estadístico de población finita y obteniendo el resultado ya indicado anteriormente se ha determinado por mutuo acuerdo con la empresa que a las máquinas que se va a realizar el plan de mantenimiento son aquellas que se encuentran en la Tabla 20.

**Tabla 20:** Listado de máquinas para el desarrollo del mantenimiento.

Nº	CÓDIGO	MÁQUINA/EQUIPO	MARCA	MODELO
1	STTR-01	TORNO CONVENCIONAL	JET	465-GHB1440A
2	STCT-01	TRONZADORA DE SIERRA CINTA	RONGFU	RF-712N
3	STTL-01	TALADRO FRESADOR	AL-HAWK	ZX40A
4	STTL-02	TALADRO FRESADOR	BELFLEX	BF-7032-FGM
5	STTL-03	TALADRO VERTICAL	HELLER	B32IE
6	STTL-04	TALADRO VERTICAL	HELPER	B40HE
7	STSD-01	SOLDADORA TIG	CÉBORA	WIN TIG AC-DC 180 M

De acuerdo con el grado de confidencialidad de la empresa y ya que el trabajo de titulación es un documento de dominio público se va a publicar una parte del esquema de los planos proporcionados por el fabricante para evitar su reproducción o plagio; estos se adjuntan en los anexos.

### 3.1.4 Ficha técnica de las máquinas de la empresa “SERVITORNO”

**Tabla 21:** Ficha técnica del torno convencional.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA		FICHA N°:	1
ELABORADO:	Villacís Martínez Roberto Wladimir	FECHA DE ELABORACIÓN:	22/4/2023
EQUIPO:	MÁQUINA:	X	HERRAMIENTA:
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MÁQUINA/EQUIPO:	TORNO CONVENCIONAL		
CÓDIGO:	STTR-01		
MARCA:	JET		
SERIE:	1450475		
AÑO DE FABRICACIÓN:	2014		
MODELO:	465-GHB1440A		
PROCEDENCIA:	CHINA		
ÁREA:	TORNEADO		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FUNCIÓN	
VOLTAJE:	220 V	Dar forma y mecanizar piezas metálicas con herramientas que actúan en el movimiento rotativo.	
PESO:	690 Kg		
DIMENSIONES (mm):	1800*60*1600		

**Tabla 22:** Ficha técnica tronzadora de sierra cinta.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA			FICHA N°:
ELABORADO:		Villacís Martínez Roberto Wladimir	
FECHA DE ELABORACIÓN:		27/4/2023	
EQUIPO:	MÁQUINA:	X	HERRAMIENTA:
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MÁQUINA/EQUIPO:	TRONZADORA DE SIERRA CINTA		
CÓDIGO:	STCT-01		
MARCA:	RONGFU		
SERIE:	6700390		
AÑO DE FABRICACIÓN:	2016		
MODELO:	RF-712N		
PROCEDENCIA:	TAIWÁN		
ÁREA:	CORTE		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
VOLTAJE:	220 V		Realizar cortes transversales sobre distintos materiales con rapidez y precisión.
PESO:	125 Kg		
DIMENSIONES (mm):	1235*430*955		

**Tabla 23:** Ficha técnica del taladro fresador AL-HAWK.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA			FICHA N°:
ELABORADO:		Villacís Martínez Roberto Wladimir	
FECHA DE ELABORACIÓN:		22/4/2023	
EQUIPO:	MÁQUINA:	X	HERRAMIENTA:
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR		
CÓDIGO:	STTL-01		
MARCA:	AL-HAWK		
SERIE:	1301007		
AÑO DE FABRICACIÓN:	2012		
MODELO:	ZX40A		
PROCEDENCIA:	CHINA		
ÁREA:	TALADRADO Y FRESADO		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
VOLTAJE:	220 V		Eliminar la viruta en exceso de la pieza trabajada dejando un acabado perfilado y sin irregularidades.
PESO:	270 Kg		
DIMENSIONES (mm):	760*870*1200		

**Tabla 24:** Ficha técnica del taladro fresador BELFLEX.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA			FICHA N°:
<b>ELABORADO:</b>	Villacís Martínez Roberto Wladimir		<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> 27/4/2023
<b>EQUIPO:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	X	<b>HERRAMIENTA:</b>
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>	TALADRO FRESADOR		
<b>CÓDIGO:</b>	STTL-02		
<b>MARCA:</b>	BELFLEX		
<b>SERIE:</b>	605023		
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>	2005		
<b>MODELO:</b>	BF-7032-GFM		
<b>PROCEDENCIA:</b>	ESPAÑA		
<b>ÁREA:</b>	TALADRADO Y FRESADO		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
<b>VOLTAJE:</b>	220 V		Eliminar la viruta en exceso de la pieza trabajada dejando un acabado perfilado y sin irregularidades.
<b>PESO:</b>	320 Kg		
<b>DIMENSIONES (mm):</b>	740*820*1060		



**Tabla 25:** Ficha técnica del taladro vertical HELLER.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA			FICHA N°:
<b>ELABORADO:</b>	Villacís Martínez Roberto Wladimir		<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b> 27/4/2023
<b>EQUIPO:</b>	<b>MÁQUINA:</b>	X	<b>HERRAMIENTA:</b>
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>	TALADRO VERTICAL		
<b>CÓDIGO:</b>	STTL-03		
<b>MARCA:</b>	HELLER		
<b>SERIE:</b>	C205400		
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>	2009		
<b>MODELO:</b>	B32IE		
<b>PROCEDENCIA:</b>	ESPAÑA		
<b>ÁREA:</b>	TALADRADO Y FRESADO		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FUNCIÓN
<b>VOLTAJE:</b>	220 V		Realizar perforaciones sobre distintos materiales controlando la velocidad.
<b>PESO:</b>	560 Kg		
<b>DIMENSIONES (mm):</b>	515*880*2220		



**Tabla 26:** Ficha técnica taladro vertical HELFER.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA			FICHA N°:
ELABORADO:		Villacís Martínez Roberto Wladimir	
FECHA DE ELABORACIÓN:		27/4/2023	
EQUIPO:	MÁQUINA:	X	HERRAMIENTA:
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL		
CÓDIGO:	STTL-04		
MARCA:	HELPER		
SERIE:	140114		
AÑO DE FABRICACIÓN:	2014		
MODELO:	B40HE		
PROCEDENCIA:	ESPAÑA		
ÁREA:	TALADRADO Y FRESADO		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FUNCIÓN	
VOLTAJE:	220 V	Realizar el roscado y perforado sobre distintos materiales.	
PESO:	530 Kg		
DIMENSIONES (mm):	940*560*2260		



**Tabla 27:** Ficha técnica soldadora TIG.

			
FICHA TÉCNICA MAQUINARIA			FICHA N°:
ELABORADO:		Villacís Martínez Roberto Wladimir	
FECHA DE ELABORACIÓN:		27/4/2023	
EQUIPO:	MÁQUINA:	X	HERRAMIENTA:
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
MÁQUINA/EQUIPO:	SOLDADORA TIG		
CÓDIGO:	STSD-01		
MARCA:	CEBORA		
SERIE:	E88597		
AÑO DE FABRICACIÓN:	2022		
MODELO:	WIN TIG AC-DC 180M		
PROCEDENCIA:	ITALIA		
ÁREA:	SOLDADURA		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		FUNCIÓN	
VOLTAJE:	220 V	Fusionar metales delgados con un acabado de alta calidad y preciso.	
PESO:	10,3 Kg		
DIMENSIONES (mm):	207*500*411		



### 3.1.5 Componentes, sistema y subsistemas de las máquinas

**Tabla 28:** Componentes del torno convencional JET 465-GHB1440A.

MÁQUINA:	TORNO CONVENCIONAL	MARCA:	JET	CÓDIGO:	STTR-01
COMPONENTE	CÓDIGO	SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIÓN	
CAMA	STTR-0101	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Proporcionar la estabilidad y soporte para los demás componentes.	
PALANCA DE AJUSTE DEL PORTA HERRAMIENTAS	STTR-0102	SUJECCIÓN	MECÁNICO	Permitir la fijación y ajuste del portaherramientas en la posición deseada.	
CARRO LONGITUDINAL	STTR-0103	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Desplaza la herramientas de forma longitudinal	
CARRO TRANSVERSAL	STTR-0104	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Desplazar las herramientas de forma transversal.	
POSTE DE HERRAMIENTA DE CUATRO VÍAS	STTR-0105	SUJECCIÓN	MECÁNICO	Permitir la fijación y rotación de varias herramientas.	
BOMBA DE LA TALADRINA	STTR-0106	LUBRICACIÓN	MECÁNICO Y ELÉCTRICO	Recircular la taldrina a la herramienta de corte.	
MANDRIL	STTR-0107	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Sujetar la pieza de trabajo a ser torneada.	
CONTRAPUNTO	STTR-0108	SUJECCIÓN	MECÁNICO	Sujetar la pieza de trabajo desde el otro extremo para reducir la vibración.	
PROTECTOR CONTRA SALPICADURAS	STTR-0109	SEGURIDAD	PROTECCIÓN	Proteger al operador de los residuos que se generan en el mecanizado.	
TORNILLO DE AVANCE DEL CARRO TRANSVERSAL	STTR-0110	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Controlar el desplazamiento lateral del carro transversal.	
VOLANTE DEL CARRO LONGITUDINAL	STTR-0111	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Ajustar la posición del carro longitudinal.	
VOLANTE DEL CARRO TRANSVERSAL	STTR-0112	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Ajustar la posición del carro transversal.	
VOLANTE DEL CONTRAPUNTO	STTR-0113	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Ajustar la posición del contrapunto.	
PANEL DEL CONTROL	STTR-0114	CONTROL	MECÁNICO Y ELÉCTRICO	Controlar la velocidad de giro y avance.	
LÁMPARA DE ILUMUNACIÓN	STTR-0115	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Iluminar el área de trabajo.	
PEDAL DE FRENO	STTR-0116	SEGURIDAD	PROTECCIÓN	Detener la máquina en caso de emergencia.	
UÑAS DEL MANDRIL	STTR-0117	SUJECCIÓN	MECÁNICO	Sostener la pieza a ser mecanizada.	
GUÍAS DEL CARRO	STTR-0118	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Mantener el carro en línea recta durante el mecanizado.	
BANDEJA DE ACEITE	STTR-0119	LUBRICACIÓN	MECÁNICO	Recoger y almacenar el aceite lubricador de la máquina.	
TORNILLO DE AVANCE DEL CARRO PRINCIPAL	STTR-0120	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Desplazar el carro principal de manera longitudinal.	

**Tabla 29:** Componentes de la tronzadora sierra cinta RONGFU RF-712N.

MÁQUINA:	TRONZADORA DE SIERRA CINTA	MARCA:	RONGFU	CÓDIGO:	STCT-01
COMPONENTE	CÓDIGO	SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIÓN	
POLEAS	STCT-0101	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Transmitir el movimiento del motor a la cinta por media de la banda.	
MORDAZAS	STCT-0102	SUJECCIÓN	MECÁNICO	Fijar o sujetar el material al cual se va a realizar el corte.	
CILINDRO HIDRÁULICO	STCT-0103	AVANCE	HIDRÁULICO	Controlar la velocidad de avance del brazo de la máquina.	
VOLANTE DE AJUSTE DE LAS MORDAZAS	STCT-0104	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Regular el ajuste de la mordazas.	
FILTRO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	STCT-0105	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Evitar el paso de impurezas a la bomba.	
BOMBA DE REFRIGERACIÓN	STCT-0106	REFRIGERACIÓN	ELÉCTRICO	Recircular el refrigerante utilizado para el corte.	
BANDA	STCT-0107	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Transmitir la energía del motor a la cinta a través de las poleas.	
MOTOR ELÉCTRICO	STCT-0108	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Proporcionar la energía para el movimiento de la sierra.	
PERILLA PARA TEMPLAR LA SIERRA	STCT-0109	TENSIÓN	MECÁNICO	Mover la polea para templar la sierra de corte.	
INTERRUPTOR DE PALANCA	STCT-0110	CONTROL	ELÉCTRICO	Cerrar el paso de energía cuando el brazo de la sierra esta abajo.	
MESA	STCT-0111	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Permitir el apoyo de la pieza durante el proceso de corte.	
TOPE	STCT-0112	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Mantener una medida específica para el corte de la pieza.	
VARILLA DE TOPE	STCT-0113	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener el tope.	
BANDEJA DE REFRIGERANTE	STCT-0114	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Contener el refrigerante utilizado en la sierra.	
SOPORTE DE PIVOTE	STCT-0115	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Permitir el ajuste de inclinación de la sierra.	
VARILLA DE SOPORTE	STCT-0116	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Ajustar el ángulo de inclinación de la sierra.	
PLACA DE SOPORTE	STCT-0117	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Mantener la hoja de sierra en su lugar.	
TAPA DE ENGRANAJES	STCT-0118	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Proteger la caja de engranajes y mantener el lubricante en su lugar.	
DEPÓSITO DEL REFRIGERANTE	STCT-0119	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Albergar el líquido refrigerante.	
CUBIERTA TRASERA DE LA HOJA	STCT-0120	SEGURIDAD	MECÁNICO	Proteger al usuario de la sierra de corte en movimiento.	

**Tabla 30:** Componentes del taladro fresador AL-HAWK ZX40A.

MÁQUINA:	TALADRO FRESADOR	MARCA:	AL-HAWK	CÓDIGO:	STTL-01
COMPONENTE	CÓDIGO	SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIÓN	
COLUMNA CUADRADA	STTL-0101	ESTRUCTURAL	SOPORTE	Soportar los componentes de la máquina.	
BASE	STTL-0102	ESTRUCTURAL	SOPORTE	Proporcionar una superficie de asentamiento para la máquina.	
RUEDA DE AVANCE MESA LONGITUDINAL	STTL-0103	MOVIMIENTO	AVANCE	Desplazar la mesa de forma longitudinal para ajustar la posición de la pieza de trabajo.	
MESA	STTL-0104	ESTRUCTURAL	SOPORTE	Proporcionar una superficie regulable para el trabajo de mecanizado.	
MANIJA DE BLOQUEO	STTL-0105	SUJECCIÓN	FIJACIÓN	Bloquear el desplazamiento de la mesa a través del volante.	
MOTOR ELÉCTRICO	STTL-0106	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Proporcionar energía para el movimiento rotacional de la máquina.	
INTERRUPTOR DE LA MÁQUINA	STTL-0107	CONTROL	ELÉCTRICO	Abrir y cerrar el paso de electricidad a la máquina.	
PALANCA DE VELOCIDAD	STTL-0108	CONTROL	TRANSMISIÓN	Selecciona las distintas velocidades que dispone la máquina.	
SEGURO DE LA MANGA	STTL-0109	SUJECCIÓN	FIJACIÓN	Mantener la herramienta de corte en su lugar.	
SOPORTE DEL CUERPO	STTL-0110	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener y guiar el cuerpo de la máquina.	
TOPE	STTL-0111	MOVIMIENTO	FIJACIÓN	Limitar el movimiento de la mesa entre dos puntos.	
TORNILLO DE HOJA	STTL-0112	SUJECCIÓN	FIJACIÓN	Fijar la posición de la mesa en una posición.	
RUEDA DE AVANCE MANUAL DE LA HERRAMIENTA	STTL-0113	MOVIMIENTO	AJUSTE	Permitir el avance de la herramienta en medidas más pequeñas.	
MANGO DE PERFORACIÓN	STTL-0114	MOVIMIENTO	AVANCE	Permitir al operario sostener y guiar la herramienta mientras perfora o realiza el fresado a la pieza.	
RUEDA DE AVANCE HORIZONTAL DE LA MESA	STTL-0115	MOVIMIENTO	AVANCE	Desplazar la mesa de forma horizontal para ajustar la posición de la pieza de trabajo.	
CREMALLERA	STTL-0116	MOVIMIENTO	FIJACIÓN	Permitir un movimiento controlado entre la mesa y la columna.	
TAPA DE COLUMNA	STTL-0117	SEGURIDAD	PROTECCIÓN	Proteger los componentes internos de la columna de contaminantes externos.	
PANEL DE PROTECCIÓN	STTL-0118	SEGURIDAD	PROTECCIÓN	Proporcionar una barrera de seguridad.	
MANIVELA DEL CABEZAL	STTL-0119	ESTRUCTURAL	SOPORTE	Subir y bajar el cabezal.	
HUSILLO	STTL-0120	HERRAMIENTA	MECÁNICO	Girar la herramienta.	

**Tabla 31:** Componentes del taladro fresador BELFLEX BF-7032-FGM.

MÁQUINA:	TALADRO FRESADOR	MARCA:	BELFLEX	CÓDIGO:	STTL-02
COMPONENTE	CÓDIGO	SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIÓN	
EMPUÑADURA DE AVANCE DE LA HERRAMIENTA	STTL-0201	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Controlar el avance vertical de la herramienta utilizada.	
PANTALLA PARA CORTE	STTL-0202	SEGURIDAD	PROTECCIÓN	Proteger al operador del material desprendido del área de trabajo.	
RUEDA DE AVANCE LONGITUDINAL DE LA MESA	STTL-0203	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Regular el avance de la mesa de forma longitudinal.	
PARADA DE RECORRIDO	STTL-0204	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Limitar el movimiento de la mesa de trabajo longitudinalmente.	
TOPE DE PROFUNDIDAD	STTL-0205	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Ajustar la profundidad de corte de la herramienta.	
PALANCA DE VELOCIDAD	STTL-0206	CONTROL	MECÁNICO	Regular las distintas velocidades de rotación del husillo.	
CUBIERTA PORTABROCAS	STTL-0207	SEGURIDAD	PROTECCIÓN	Proteger el portabrocas en el extremo superior de impurezas y posibles accidentes.	
COLUMNA	STTL-0208	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Soportar el cabezal de la herramienta y los demás componentes.	
CABEZAL EMPUÑADURA	STTL-0209	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Ayudar a subir o bajar el cuerpo de la máquina.	
RUEDA DE MICROAVANCE VERTICAL	STTL-0210	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Controlar el avance vertical de la herramienta utilizada en medidas más precisas.	
TOPE	STTL-0211	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Limitar el movimiento de la mesa entre dos puntos.	
INDICADOR DE PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN	STTL-0212	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Mostrar la profundidad de corte de la herramienta.	
VOLANTE DE ELEVACIÓN	STTL-0213	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Regular la altura del cabezal empuñadura.	
GUÍA DE LA MESA	STTL-0214	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Mantener estable la mesa de trabajo.	
BOTÓN DE EMERGENCIA	STTL-0215	SEGURIDAD	ELÉCTRICO	Detener la máquina en caso de emergencia.	
HUSILLO	STTL-0216	HERRAMIENTA	MECÁNICO	Girar la herramienta.	
CUBIERTA DE PROTECCIÓN DE LA MÁQUINA	STTL-0217	SEGURIDAD	PROTECCIÓN	Proteger a la máquina del ingreso de residuos.	
RUEDA DE AVANCE MESA HORIZONTAL	STTL-0218	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Regular el avance de la mesa de forma transversal.	
MESA	STTL-0219	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener la pieza de trabajo y moverse de acuerdo a la necesidad de trabajo.	
MANGUERA DE LÍQUIDO REFRIGERANTE	STTL-0220	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Conducir el líquido refrigerante a la herramienta de corte.	

**Tabla 32:** Componentes del taladro vertical HELLER B32IE.

MÁQUINA:	TALADRO VERTICAL	MARCA:	HELPER	CÓDIGO:	STTL-04
COMPONENTE	CÓDIGO	SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIÓN	
MOTOR DE TRANSMISIÓN	STTL-0401	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Proporcionar la energía para hacer girar al husillo.	
BASE	STTL-0402	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Mantener estable y en su lugar al taladro vertical.	
MESA	STTL-0403	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener y ajustar el área donde se va a trabajar la pieza.	
CREMALLERA	STTL-0404	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Permitir la subida y bajada de la mesa a través de la columna.	
COLUMNA	STTL-0405	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener los diferentes componentes de la máquina.	
MANIVELA DE SOPORTE PARA ELEVACIÓN DE LA MESA	STTL-0406	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Girar los mecanismos para que la mesa pueda moverse hacia arriba o abajo.	
PALANCA DE DESPLAZAMIENTO DE LA BROCA	STTL-0407	MOVIMIENTO	MECANICO	Desplazar manualmente de forma vertical la herramienta.	
PALANCA DE SELECCIÓN DE VELOCIDAD	STTL-0408	CONTROL	MECÁNICO	Permitir la selección de velocidad de giro del husillo.	
MOTOR ELÉCTRICO	STTL-0409	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Proporcionar energía al motor de transmisión y bomba.	
BOMBA REFRIGERANTE	STTL-0410	REFRIGERACIÓN	ELÉCTRICO	Recircular el líquido refrigerante a la herramienta.	
SOPORTE DE LA MESA	STTL-0411	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Soportar y ajustar la mesa en diferentes posiciones.	
BOTÓN DE PALANCA	STTL-0412	CONTROL	ELÉCTRICO	Permitir el accionamiento del avance automático.	
PLACA BASE PARA LA BOMBA REFRIGERANTE	STTL-0413	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Proporcionar una base de asentamiento para la bomba.	
TUBO FLEXIBLE	STTL-0414	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Conducir el líquido refrigerante hacia la herramienta.	
CUBETA DE ACEITE	STTL-0415	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Almacenar el aceite de la máquina.	
TAPON DE DRENAJE	STTL-0416	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Drenar el líquido que se encuentra en la cubeta.	
PALANCA DE DESPLAZAMIENTO	STTL-0417	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Desplazar la mesa en la dirección deseada.	
INTERRUPTOR DE LA BOMBA	STTL-0418	CONTROL	ELÉCTRICO	Activar o desactivar el funcionamiento de la bomba.	
BOTÓN DE EMERGENCIA	STTL-0419	EMERGENCIA	ELÉCTRICO	Detiene por completo la máquina en caso de emergencia.	
BOTON DE INICIO	STTL-0420	CONTROL	ELÉCTRICO	Permitir el encendido del taladro vertical.	

**Tabla 33:** Componentes del taladro vertical HELFER B40HE.

MÁQUINA:	TALADRO VERTICAL		MARCA:	HELPER		CÓDIGO:	STTL-04
COMPONENTE	CÓDIGO	SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIÓN			
MOTOR DE TRANSMISIÓN	STTL-0401	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Proporcionar la energía para hacer girar al husillo.			
BASE	STTL-0402	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Mantener estable y en su lugar al taladro vertical.			
MESA	STTL-0403	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener y ajustar el área donde se va a trabajar la pieza.			
CREMALLERA	STTL-0404	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Permitir la subida y bajada de la mesa a través de la columna.			
COLUMNA	STTL-0405	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener los diferentes componentes de la máquina.			
MANIVELA DE SOPORTE PARA ELEVACIÓN DE LA MESA	STTL-0406	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Girar los mecanismos para que la mesa pueda moverse hacia arriba o abajo.			
PALANCA DE DESPLAZAMIENTO DE LA BROCA	STTL-0407	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Desplazar manualmente de forma vertical la herramienta.			
PALANCA DE SELECCIÓN DE VELOCIDAD	STTL-0408	CONTROL	MECÁNICO	Permitir la selección de velocidad de giro del husillo.			
MOTOR ELÉCTRICO	STTL-0409	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Proporcionar energía al motor de transmisión y bomba.			
BOMBA REFRIGERANTE	STTL-0410	REFRIGERACIÓN	ELÉCTRICO	Recircular el líquido refrigerante a la herramienta.			
SOPORTE DE LA MESA	STTL-0411	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Soportar y ajustar la mesa en diferentes posiciones.			
BOTÓN DE PALANCA	STTL-0412	CONTROL	ELÉCTRICO	Permitir el accionamiento del avance automático.			
PLACA BASE PARA LA BOMBA REFRIGERANTE	STTL-0413	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Proporcionar una base de asentamiento para la bomba.			
TUBO FLEXIBLE	STTL-0414	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Conducir el líquido refrigerante hacia la herramienta.			
CUBETA DE ACEITE	STTL-0415	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Almacenar el aceite de la máquina.			
TAPON DE DRENAJE	STTL-0416	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Drenar el líquido que se encuentra en la cubeta.			
PALANCA DE DESPLAZAMIENTO	STTL-0417	MOVIMIENTO	MECÁNICO	Desplazar la mesa en la dirección deseada.			
INTERRUPTOR DE LA BOMBA	STTL-0418	CONTROL	ELÉCTRICO	Activar o desactivar el funcionamiento de la bomba.			
BOTÓN DE EMERGENCIA	STTL-0419	EMERGENCIA	ELÉCTRICO	Detiene por completo la máquina en caso de emergencia.			
BOTON DE INICIO	STTL-0420	CONTROL	ELÉCTRICO	Permitir el encendido del taladro vertical.			

**Tabla 34:** Componentes de la soldadora TIG CÉBORA WIN TIG AC-DC 180 M.

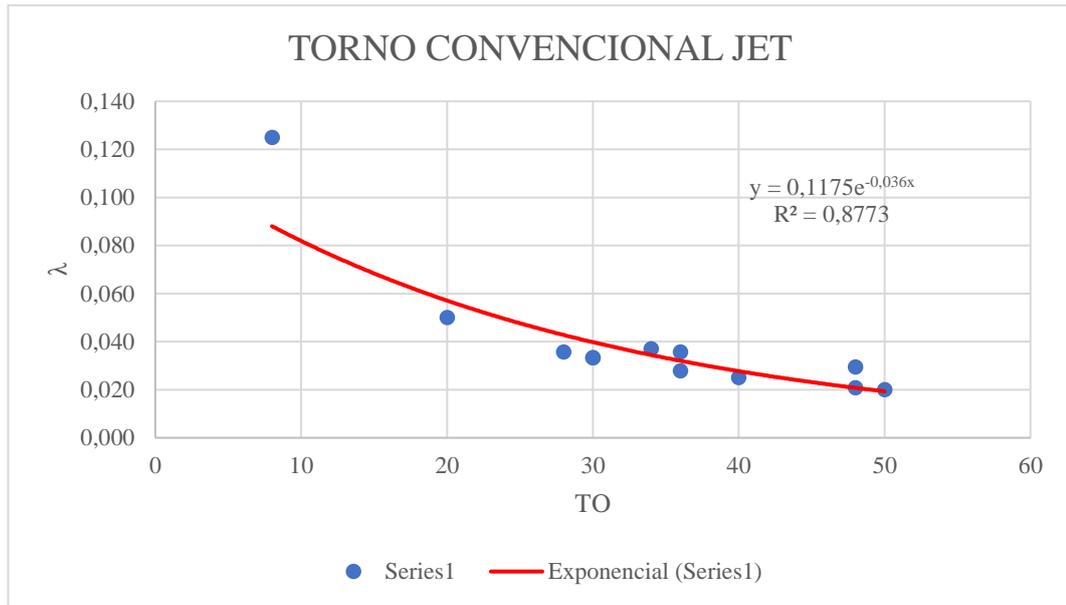
MÁQUINA:	SOLDADORA TIG		MARCA:	CÉBORA	CÓDIGO:	STSD-01
COMPONENTE	CÓDIGO	SISTEMA	SUBSISTEMA	FUNCIÓN		
PANEL DE ALETAS	STSD-0101	REFRIGERACIÓN	MECÁNICO	Permitir la salida de calor que se genera.		
VENTILADOR	STSD-0102	REFRIGERACIÓN	ELÉCTRICO	Mantener la temperatura del equipo.		
RADIADOR	STSD-0103	REFRIGERACIÓN	ELÉCTRICO	Enfriar el sistema de soldadura.		
PERILLA REGULADORA DE AMPERAJE	STSD-0104	CONTROL	ELECTRÓNICO	Eleva o disminuye el amperaje a gusto del operador.		
CABLE DE ALIMENTACIÓN	STSD-0105	ELECTRICO	ELÉCTRICO	Transmitir la energía a la máquina.		
ANTORCHA	STSD-0106	SOLDADURA	ELÉCTRICO	Combinar los elementos para la soldadura.		
REGULADOR DE GAS	STSD-0107	CONTROL	MECÁNICO	Controlar la cantidad de gas a utilizar en el proceso de soldadura.		
SOPORTE DE MANGO	STSD-0108	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Permitir sostener la máquina para su transportación.		
INTERRUPTOR	STSD-0109	CONTROL	ELÉCTRICO	Abrir y cerrar el paso de energía a la máquina.		
VÁLVULA SOLENOIDE	STSD-0110	CONTROL	ELÉCTRICO	Controlar el flujo del gas de protección.		
PANEL LATERAL	STSD-0111	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Cubrir el interior de la soldadora.		
MARCO	STSD-0112	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener los componentes de la soldadora		
TRANSFORMADOR	STSD-0113	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Convertir la corriente eléctrica.		
SOPORTE DEL VENTILADOR	STSD-0114	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Sostener el ventilador dentro de la soldadora.		
CIRCUITO DE FILTRO	STSD-0115	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Eliminar las interferencias eléctricas no deseadas.		
TAPA	STSD-0116	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Cubrir el acceso a los componentes de la soldadora.		
PANEL FRONTAL	STSD-0117	ESTRUCTURAL	MECÁNICO	Mostrar ajustes y parámetros de la soldadora.		
MANDO	STSD-0118	CONTROL	ELECTRÓNICO	Permitir el ajuste de los distintos procesos de la soldadora.		
MANGUERA DEL GAS	STSD-0119	FLUIDOS	MECÁNICO	Conducir el gas protector a la boquilla.		
INDUCTOR	STSD-0120	ELÉCTRICO	ELÉCTRICO	Permitir un arco eléctrico controlado y una soldadura precisa.		

### **3.1.6 Análisis estadístico de las máquinas**

Para el diagnóstico de las máquinas se lo hará mediante un análisis estadístico de los datos proporcionados por la empresa “SERVITORNO” en donde se especifica datos y fechas de las actividades realizadas durante un año calendario, además para el cálculo de fiabilidad se utilizará el método ideal en donde la tasa de fallos se considera constante. El análisis se lo presenta en las siguientes tablas y gráficos:

**Tabla 35:** Datos estadísticos del torneo convencional JET.

MÁQUINA/EQUIPO	MARCA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				SERIE	MODELO		
TORNO CONVENCIONAL	JET	STTR-01	2				1450475	465-GHB1440A		
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	$\lambda$ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
ENERO	Primer día laborable	3/1/2022								
	Limpieza total de superficies de la máquina.	7/1/2022	8,00	1	8,00	0,125	1,00	1,000	88,889	0,368
FEBRERO	Cambio de aceite del carro	4/2/2022	40,00	0,5	40,00	0,025	0,50	2,000	98,765	0,368
MARZO	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración.	4/3/2022	36,00	1	28,00	0,036	0,75	1,333	97,391	0,276
	Inspección y limpieza de los componentes del plato.	18/3/2022	20,00	0,5						
ABRIL	Colocación de grasa en los engranajes externos.	8/4/2022	30,00	0,5	30,00	0,033	0,50	2,000	98,361	0,368
MAYO	Limpieza y mantenimiento de la bomba del refrigerante.	6/5/2022	36,00	2	36,00	0,028	2,00	0,500	94,737	0,368
JUNIO	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración.	10/6/2022	48,00	1	48,00	0,021	1,00	1,000	97,959	0,368
JULIO	Inspección y limpieza de los componentes del plato.	1/7/2022	30,00	0,5	30,00	0,033	0,50	2,000	98,361	0,368
AGOSTO	Cambio de aceite del cabezal	5/8/2022	50,00	0,5	50,00	0,020	0,50	2,000	99,010	0,368
SEPTIEMBRE	Inspección y limpieza de los componentes del plato.	9/9/2022	48,00	0,5	34,00	0,029	0,75	1,333	97,842	0,244
	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración.	23/9/2022	20,00	1						
OCTUBRE	Colocación de grasa en los engranajes externos.	14/10/2022	28,00	0,5	28,00	0,036	0,50	2,000	98,246	0,368
NOVIEMBRE	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración.	10/11/2022	34,00	0,5	27,00	0,037	0,50	2,000	98,182	0,284
	Inspección y limpieza de los componentes del plato.	25/11/2022	20,00	0,5						
DICIEMBRE	Cambio de banda.	9/12/2022	20,00	1	20,00	0,050	1,00	1,000	95,238	0,368
<b>PROMEDIO</b>					31,58		0,79		96,92	0,34
TO: tiempo de operación; TR: tiempo de reparación; MTBF: tiempo medio entre fallos; $\lambda$ : tasa de fallos; MTTR: tiempo medio de reparación; u: tasa de reparación; D: Disponibilidad; R(t): fiabilidad.										

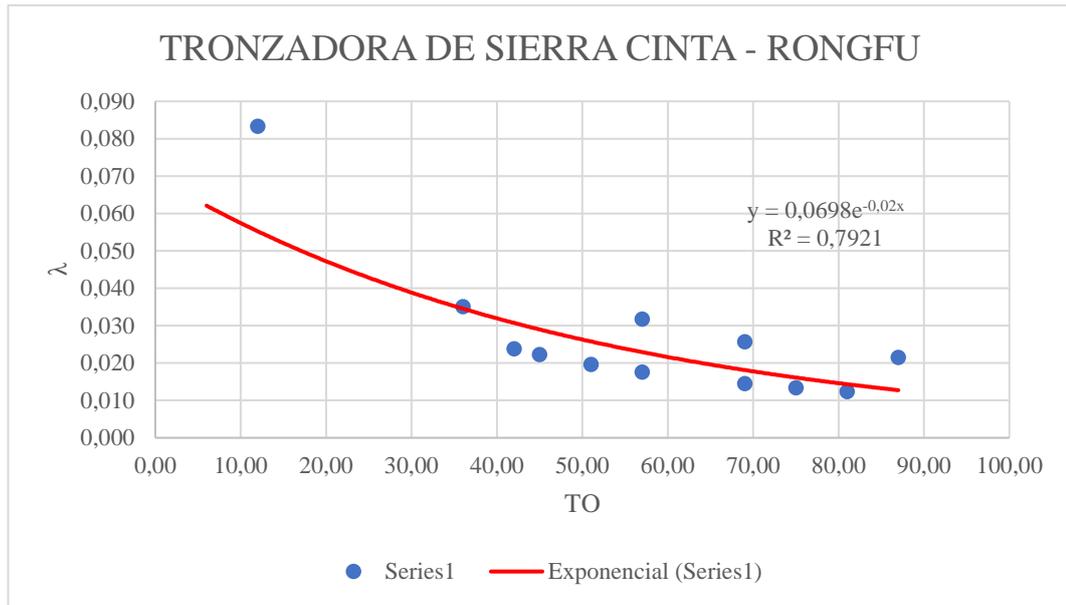


**Figura 5:** Curva de la bañera del torno convencional JET.

De acuerdo con la gráfica que se muestra en la Figura 5 se estipula que la confiabilidad de la curva y la correlación es aceptable ya que supera 0,6. Adicionalmente se puede observar que estamos en un parámetro de mantenimiento preventivo aún, puesto que la curva esta con un análisis con tendencia en la etapa 1 y 2; esto significa que la máquina se encuentra en buen estado para cumplir con las actividades para las que fue creada y se la utiliza dentro de la empresa.

**Tabla 36:** Datos estadísticos de la tronzadora de sierra cinta RONGFU.

MÁQUINA/EQUIPO		MARCA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				SERIE		MODELO	
TRONZADORA DE SIERRA CINTA		RONGFU	STCT-01	3				6700390		RF-712N	
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	$\lambda$ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)	
ENERO	Primer día laborable	3/1/2022									
	Limpieza total de superficies de la máquina.	7/1/2022	12,00	1	12,00	0,083	1,00	1,000	92,308	0,368	
FEBRERO	Cambio de aceite de la caja de engranes.	11/2/2022	75,00	0,5	75,00	0,013	0,50	2,000	99,338	0,368	
MARZO	Limpieza y mantenimiento de la bomba del refrigerante.	18/3/2022	69,00	0,5	39,00	0,026	0,50	2,000	98,734	0,170	
	Cambio de la hoja de sierra.	23/3/2022	9,00	0,5							
ABRIL	Cambio de la hoja de sierra.	20/4/2022	57,00	0,5	57,00	0,018	0,50	2,000	99,130	0,368	
MAYO	Cambio de la hoja de sierra.	25/5/2022	69,00	0,5	69,00	0,014	0,50	2,000	99,281	0,368	
JUNIO	Cambio de rodamientos de las guías de la hoja.	21/6/2022	57,00	1	31,50	0,032	0,75	1,333	97,674	0,164	
	Cambio de la hoja de sierra.	23/6/2022	6,00	0,5						1,000	
JULIO	Cambio de la hoja de sierra.	13/7/2022	42,00	0,5	42,00	0,024	0,50	2,000	98,824	0,368	
AGOSTO	Cambio de aceite de la caja de engranes	22/8/2022	81,00	0,5	81,00	0,012	0,50	2,000	99,387	0,368	
SEPTIEMBRE	Cambio de la hoja de sierra.	7/9/2022	36,00	0,5	28,50	0,035	0,75	1,333	97,436	0,283	
	Limpieza del depósito del refrigerante.	16/9/2022	21,00	1						1,000	
OCTUBRE	Limpieza y mantenimiento de la bomba del refrigerante.	12/10/2022	51,00	1	51,00	0,020	1,00	1,000	98,077	0,368	
NOVIEMBRE	Cambio de la hoja de sierra.	25/11/2022	87,00	0,5	46,50	0,022	1,75	0,571	96,373	0,154	
	Cambio de rodamientos de la caja de engranes.	29/11/2022	6,00	3						1,000	
DICIEMBRE	Cambio de la hoja de sierra.	20/12/2022	45,00	0,5	45,00	0,022	0,50	2,000	98,901	0,368	
<b>PROMEDIO</b>					48,13		0,73		97,96	0,45	
TO: tiempo de operación; TR: tiempo de reparación; MTBF: tiempo medio entre fallos; $\lambda$ : tasa de fallos; MTTR: tiempo medio de reparación; u: tasa de reparación; D: Disponibilidad; R(t): fiabilidad.											

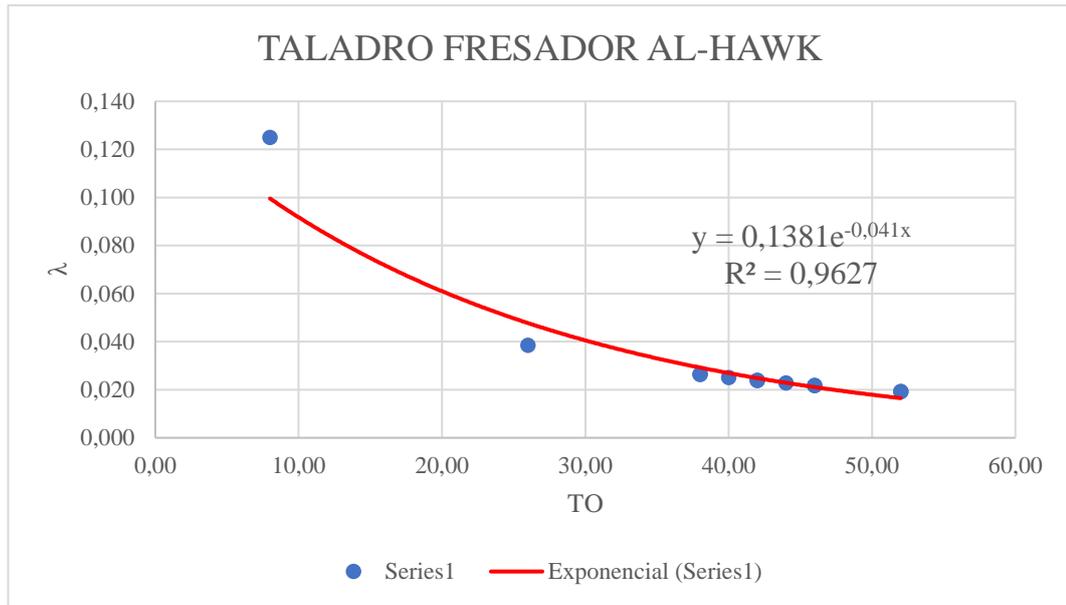


**Figura 6:** Curva de la bañera de la tronzadora de sierra cinta RONGFU.

En base a la Figura 6 nos muestra que de acuerdo con el análisis estadístico realizado en la Tabla 36 la confiabilidad de la curva y la correlación es aceptable ya que supera el 0,6. Es así que también se observa que aún estamos dentro de los parámetros de un plan de mantenimiento preventivo ya que la curva denota que está dentro de las etapas 1 y 2, esto nos quiere decir que la máquina se encuentra en un estado bueno de funcionamiento para continuar cumpliendo con las actividades que desempeña.

**Tabla 37:** Datos estadísticos del taladro fresador AL-HAWK.

MÁQUINA/EQUIPO		MARCA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				SERIE	MODELO	
TALADRO FRESADOR		AL-HAWK	STTL-01	2				1301007	ZX40A	
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	$\lambda$ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
ENERO	Primer día laborable	3/1/2022								
	Limpieza total de superficies de la máquina.	7/1/2022	8,00	1	8,00	0,125	1,00	1,000	88,889	0,368
FEBRERO	Ajuste de la mesa de trabajo.	14/2/2022	52,00	0,5	52,00	0,019	0,50	2,000	99,048	0,368
MARZO	Lubricación a los ejes de movimiento.	15/3/2022	38,00	0,5	38,00	0,026	0,50	2,000	98,701	0,368
ABRIL	Limpieza del sistema de enfriamiento de la herramienta.	18/4/2022	46,00	0,5	46,00	0,022	0,50	2,000	98,925	0,368
MAYO	Inspección y lubricación de rodamientos del husillo.	17/5/2022	40,00	0,5	40,00	0,025	0,50	2,000	98,765	0,368
JUNIO	Limpieza de polvo y residuos.	20/6/2022	46,00	0,5	46,00	0,022	0,50	2,000	98,925	0,368
JULIO	Limpieza y lubricación de las guías de movimiento.	19/7/2022	42,00	0,5	42,00	0,024	0,50	2,000	98,824	0,368
AGOSTO	Limpieza del sistema de enfriamiento de la herramienta.	18/8/2022	42,00	0,5	42,00	0,024	0,50	2,000	98,824	0,368
SEPTIEMBRE	Lubricación de componentes móviles.	19/9/2022	44,00	1	44,00	0,023	1,00	1,000	97,778	0,368
OCTUBRE	Inspección y cambio de lubricante de la caja de cambio.	26/10/2022	52,00	0,5	52,00	0,019	0,50	2,000	99,048	0,368
NOVIEMBRE	Mantenimiento del motor.	25/11/2022	38,00	3	38,00	0,026	3,00	0,333	92,683	0,368
DICIEMBRE	Limpieza del sistema de enfriamiento de la herramienta.	14/12/2022	26,00	0,5	26,00	0,038	0,50	2,000	98,113	0,368
<b>PROMEDIO</b>					39,50		0,79		97,38	0,37
TO: tiempo de operación; TR: tiempo de reparación; MTBF: tiempo medio entre fallos; $\lambda$ : tasa de fallos; MTTR: tiempo medio de reparación; u: tasa de reparación; D: Disponibilidad; R(t): fiabilidad.										

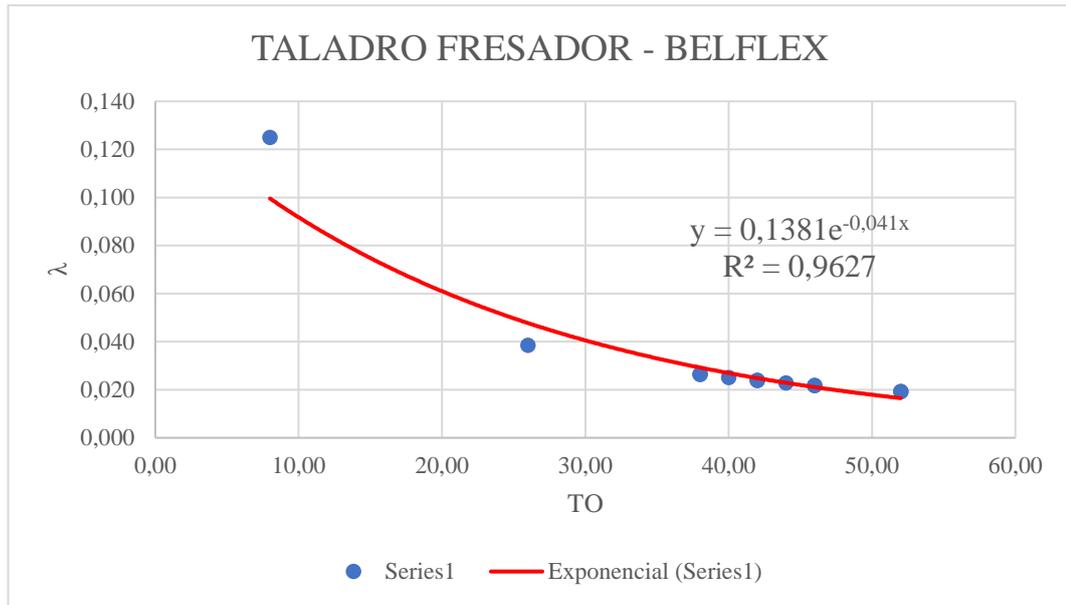


**Figura 7:** Curva de la bañera del taladro fresador AL-HAWK.

En la gráfica (Figura 7) que tenemos como resultado del análisis estadístico del taladro fresador AL-HAWK (Tabla 37) podemos apreciar que la confiabilidad que muestra la curva de la bañera es aceptable ya que supera el 0,6. También se puede apreciar que mantenemos un parámetro de mantenimiento preventivo ya que esta se encuentra dentro de las etapas 1 y 2 que también nos da a entender que la máquina se encuentra operando con un estado normal de cumplimiento en las actividades para las que fue creada.

**Tabla 38:** Datos estadísticos del taladro fresador BELFLEX.

MÁQUINA/EQUIPO		MARCA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				SERIE	MODELO	
TALADRO FRESADOR		BELFLEX	STTL-02	2				605023	BF-7032-FGM	
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	$\lambda$ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
ENERO	Primer día laborable	3/1/2022								
	Limpeza total de superficies de la máquina.	7/1/2022	8,00	1	8,00	0,125	1,00	1,000	88,889	0,368
FEBRERO	Ajuste de la mesa de trabajo.	14/2/2022	52,00	0,5	52,00	0,019	0,50	2,000	99,048	0,368
MARZO	Lubricación a los ejes de movimiento.	15/3/2022	38,00	0,5	38,00	0,026	0,50	2,000	98,701	0,368
ABRIL	Limpeza del sistema de enfriamiento de la herramienta.	18/4/2022	46,00	0,5	46,00	0,022	0,50	2,000	98,925	0,368
MAYO	Inspección y lubricación de rodamientos del husillo.	17/5/2022	40,00	0,5	40,00	0,025	0,50	2,000	98,765	0,368
JUNIO	Cambio de la manguera del depósito de refrigerante.	20/6/2022	46,00	0,5	46,00	0,022	0,50	2,000	98,925	0,368
JULIO	Limpeza y lubricación de las guías de movimiento.	19/7/2022	42,00	0,5	42,00	0,024	0,50	2,000	98,824	0,368
AGOSTO	Limpeza del sistema de enfriamiento de la herramienta.	18/8/2022	42,00	0,5	42,00	0,024	0,50	2,000	98,824	0,368
SEPTIEMBRE	Reparación del sistema de microavance manual.	19/9/2022	44,00	2	44,00	0,023	2,00	0,500	95,652	0,368
OCTUBRE	Inspección y cambio de lubricante de la caja de cambio.	26/10/2022	52,00	0,5	52,00	0,019	0,50	2,000	99,048	0,368
NOVIEMBRE	Cambio de cables desgastados.	25/11/2022	38,00	1	38,00	0,026	1,00	1,000	97,436	0,368
DICIEMBRE	Limpeza del sistema de enfriamiento de la herramienta.	14/12/2022	26,00	0,5	26,00	0,038	0,50	2,000	98,113	0,368
<b>PROMEDIO</b>					39,50		0,71		97,60	0,37
TO: tiempo de operación; TR: tiempo de reparación; MTBF: tiempo medio entre fallos; $\lambda$ : tasa de fallos; MTTR: tiempo medio de reparación; u: tasa de reparación; D: Disponibilidad; R(t): fiabilidad.										

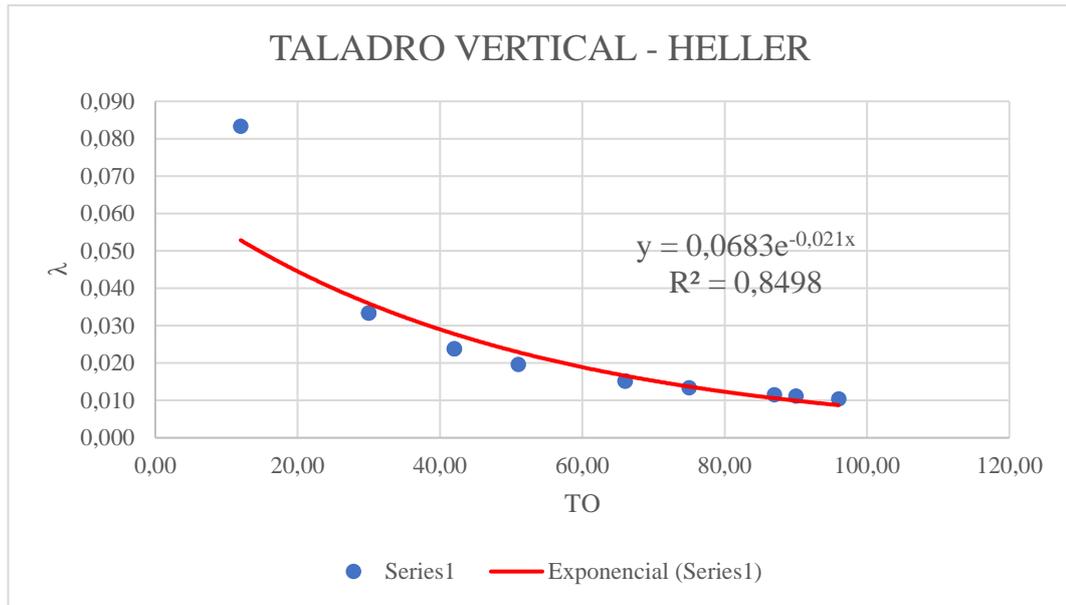


**Figura 8:** Curva de la bañera del taladro fresador BELFLEX.

La Figura 8 nos muestra la curva de la bañera del análisis estadístico del taladro fresador BELFLEX en donde podemos apreciar una confiabilidad aceptable puesta que es superior a 0,6, además de eso se puede observar que estamos en un parámetro de mantenimiento preventivos aún, puesto que la curva está en un análisis con tendencia en la etapa 1 y 2, esto nos quiere decir que la máquina se encuentra actualmente en buen estado para cumplir las actividades para las que fue creada.

**Tabla 39:** Datos estadísticos del taladro vertical HELLER.

MÁQUINA/EQUIPO		MARCA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				SERIE	MODELO	
TALADRO VERTICAL		HELLER	STTL-03	3				E205400	B32IE	
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	$\lambda$ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
ENERO	Primer día laborable	3/1/2022								
	Limpieza total de superficies de la máquina.	7/1/2022	12,00	1	12,00	0,083	1,00	1,000	92,308	0,368
FEBRERO	Limpieza y lubricación de la columna.	11/2/2022	75,00	0,5	75,00	0,013	0,50	2,000	99,338	0,368
MARZO	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración de la herramienta.	29/3/2022	90,00	1	90,00	0,011	1,00	1,000	98,901	0,368
ABRIL	Cambio de un piñón de la caja de cambios.	12/4/2022	30,00	0,5	30,00	0,033	0,50	2,000	98,361	0,368
MAYO	Limpieza y lubricación de la cremallera.	16/5/2022	66,00	1,5	66,00	0,015	1,50	0,667	97,778	0,368
JUNIO	Cambio de la manguera del sistema de refrigeración.	27/6/2022	87,00	0,5	87,00	0,011	0,50	2,000	99,429	0,368
JULIO	Cambio de aceite de la caja de velocidad.	15/7/2022	42,00	0,5	42,00	0,024	0,50	2,000	98,824	0,368
AGOSTO	Limpieza de conductos de la mesa.	17/8/2022	66,00	1	66,00	0,015	1,00	1,000	98,507	0,368
SEPTIEMBRE	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración de la herramienta.	30/9/2022	96,00	0,5	96,00	0,010	0,50	2,000	99,482	0,368
OCTUBRE	Limpieza y lubricación de la columna.	17/10/2022	30,00	1,5	30,00	0,033	1,50	0,667	95,238	0,368
NOVIEMBRE	Limpieza de residuos de la máquina.	8/11/2022	42,00	1	42,00	0,024	1,00	1,000	97,674	0,368
DICIEMBRE	Limpieza y lubricación de la cremallera.	2/12/2022	51,00	1,5	51,00	0,020	1,50	0,667	97,143	0,368
<b>PROMEDIO</b>					57,25		0,92		97,75	0,37
TO: tiempo de operación; TR: tiempo de reparación; MTBF: tiempo medio entre fallos; $\lambda$ : tasa de fallos; MTTR: tiempo medio de reparación; u: tasa de reparación; D: Disponibilidad; R(t): fiabilidad.										

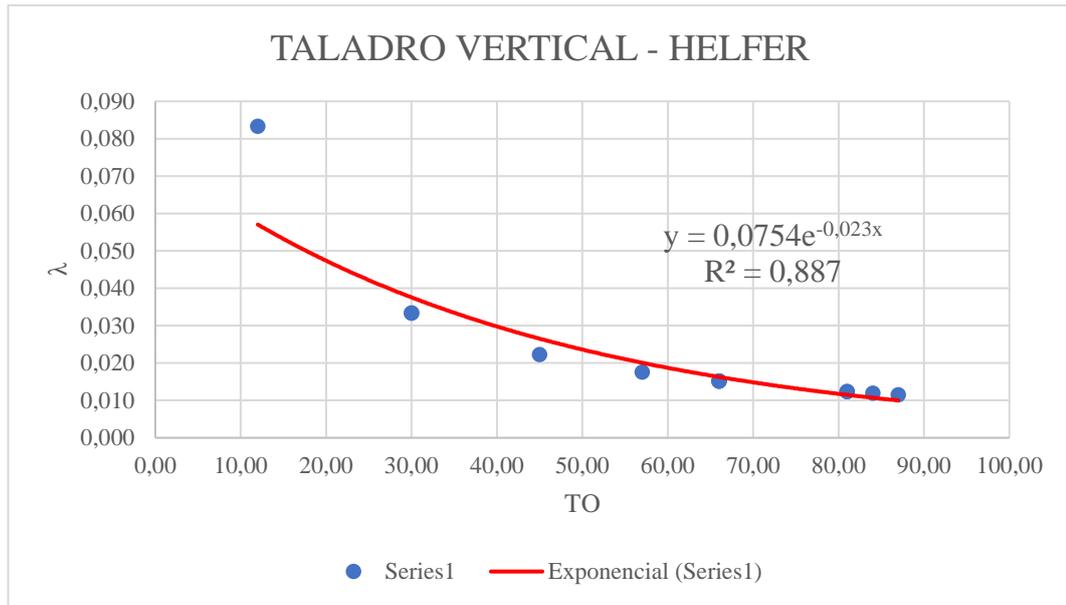


**Figura 9:** Curva de la bañera del taladro vertical HELLER.

En la gráfica que se muestra en la Figura 9 se aprecia que la confiabilidad de la curva y la correlación es aceptable ya que supera 0,6. Adicionalmente se puede observar que estamos en un parámetro de mantenimiento preventivo aún, puesto que la curva esta con un análisis con tendencia en la etapa 1 y 2; esto significa que la máquina se encuentra en buen estado para cumplir con las actividades para las que fue creada y se la utiliza dentro de la empresa.

**Tabla 40:** Datos estadísticos del taladro vertical HELFER.

MÁQUINA/EQUIPO		MARCA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				SERIE	MODELO	
TALADRO VERTICAL		HELPER	STTL-04	3				140114	B40HE	
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	$\lambda$ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
ENERO	Primer día laborable	3/1/2022								
	Limpieza total de superficies de la máquina.	7/1/2022	12,00	1	12,00	0,083	1,00	1,000	92,308	0,368
FEBRERO	Cambio de aceite de la caja de avance.	8/2/2022	66,00	0,5	66,00	0,015	0,50	2,000	99,248	0,368
MARZO	Limpieza y lubricación de la cremallera.	21/3/2022	81,00	1	81,00	0,012	1,00	1,000	98,780	0,368
ABRIL	Limpieza y engrase de la columna.	4/4/2022	30,00	0,5	30,00	0,033	0,50	2,000	98,361	0,368
MAYO	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración de la herramienta.	16/5/2022	84,00	1,5	84,00	0,012	1,50	0,667	98,246	0,368
JUNIO	Cambio de aceite de la caja de velocidad.	27/6/2022	87,00	0,5	87,00	0,011	0,50	2,000	99,429	0,368
JULIO	Limpieza de residuos de la mesa.	27/7/2022	66,00	0,5	66,00	0,015	0,50	2,000	99,248	0,368
AGOSTO	Limpieza y lubricación de la cremallera.	24/8/2022	57,00	1	57,00	0,018	1,00	1,000	98,276	0,368
SEPTIEMBRE	Limpieza y engrase de la columna.	7/9/2022	30,00	0,5	30,00	0,033	0,50	2,000	98,361	0,368
OCTUBRE	Inspección y limpieza del sistema de refrigeración de la herramienta.	17/10/2022	81,00	1,5	81,00	0,012	1,50	0,667	98,182	0,368
NOVIEMBRE	Limpieza de polvos y residuos de la máquina.	9/11/2022	45,00	1	45,00	0,022	1,00	1,000	97,826	0,368
DICIEMBRE	Limpieza y lubricación de la cremallera.	12/12/2022	66,00	1,5	66,00	0,015	1,50	0,667	97,778	0,368
<b>PROMEDIO</b>					58,75		0,92		98,00	0,37
TO: tiempo de operación; TR: tiempo de reparación; MTBF: tiempo medio entre fallos; $\lambda$ : tasa de fallos; MTTR: tiempo medio de reparación; u: tasa de reparación; D: Disponibilidad; R(t): fiabilidad.										

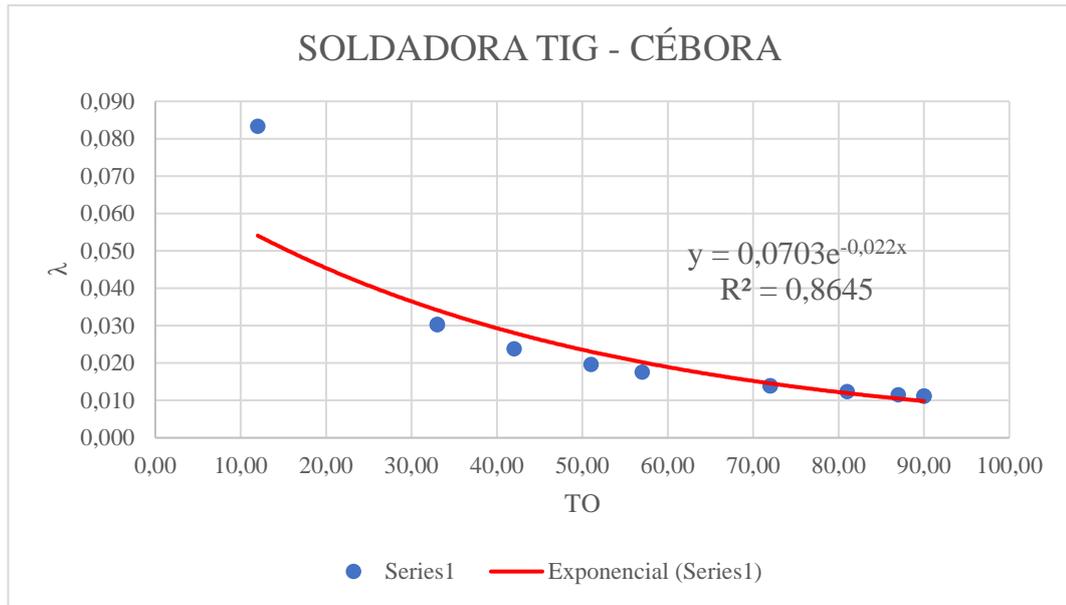


**Figura 10:** Curva de la bañera del taladro vertical HELFER.

En base a la Figura 10 nos muestra que de acuerdo con el análisis estadístico realizado en la Tabla 40 la confiabilidad de la curva y la correlación es aceptable ya que supera el 0,6. Es así que también se observa que aún estamos dentro de los parámetros de un plan de mantenimiento preventivo ya que la curva denota que está dentro de las etapas 1 y 2, esto nos quiere decir que la máquina se encuentra en un estado bueno de funcionamiento para continuar cumpliendo con las actividades que desempeña.

**Tabla 41:** Datos estadísticos de la soldadora TIG.

MÁQUINA/EQUIPO		MARCA	CÓDIGO	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (horas/día)				SERIE	MODELO	
SOLDADORA TIG		CÉBORA	STSD-01	3				E88597	WIN TIG AC-DC 180 M	
MES	ACTIVIDAD	FECHA	TO (horas)	TR (horas)	MTBF (horas)	$\lambda$ (fallos/mes)	MTTR (horas)	u (horas)	D (%)	R(t)
ENERO	Primer día laborable	3/1/2022								
	Limpieza total de superficies de la máquina.	7/1/2022	12,00	1	12,00	0,083	1,00	1,000	92,308	0,368
FEBRERO	Calibración del flujo de gas.	18/2/2022	90,00	0,5	90,00	0,011	0,50	2,000	99,448	0,368
MARZO	Inspección y limpieza de los ventiladores y rejillas de ventilación.	9/3/2022	33,00	0,5	33,00	0,030	0,50	2,000	98,507	0,368
ABRIL	Verificar y limpiar conectores y cables de alimentación.	20/4/2022	87,00	0,5	87,00	0,011	0,50	2,000	99,429	0,368
MAYO	Limpieza de polvos y residuos sobre la máquina.	16/5/2022	51,00	0,5	51,00	0,020	0,50	2,000	99,029	0,368
JUNIO	Verificar y ajustar los programas de soldadura preestablecidos.	6/6/2022	42,00	1	42,00	0,024	1,00	1,000	97,674	0,368
JULIO	Inspección y limpieza de los componentes del sistema de alimentación del gas.	18/7/2022	90,00	1	90,00	0,011	1,00	1,000	98,901	0,368
AGOSTO	Limpieza de residuos en la boquilla.	15/8/2022	57,00	0,5	57,00	0,018	0,50	2,000	99,130	0,368
SEPTIEMBRE	Calibración del flujo de gas.	21/9/2022	81,00	0,5	81,00	0,012	0,50	2,000	99,387	0,368
OCTUBRE	Inspección y limpieza de los ventiladores y rejillas de ventilación.	26/10/2022	72,00	0,5	72,00	0,014	0,50	2,000	99,310	0,368
NOVIEMBRE	Inspección de componentes internos.	15/11/2022	33,00	1	33,00	0,030	1,00	1,000	97,059	0,368
DICIEMBRE	Inspeccionar y reemplazar componentes electricos desgastados.	19/12/2022	72,00	1	72,00	0,014	1,00	1,000	98,630	0,368
<b>PROMEDIO</b>					60,00		0,71		98,23	0,37
TO: tiempo de operación; TR: tiempo de reparación; MTBF: tiempo medio entre fallos; $\lambda$ : tasa de fallos; MTTR: tiempo medio de reparación; u: tasa de reparación; D: Disponibilidad; R(t): fiabilidad.										



**Figura 11:** Curva de la bañera de la soldadora TIG CÉBORA.

En la gráfica (Figura 11) que tenemos como resultado del análisis estadístico de la Tabla 41 podemos apreciar que la confiabilidad que muestra la curva de la bañera es aceptable ya que supera el 0,6. También se puede apreciar que mantenemos un parámetro de mantenimiento preventivo ya que esta se encuentra dentro de las etapas 1 y 2 que también nos da a entender que la máquina se encuentra operando con un estado normal de cumplimiento en las actividades para las que fue creada.

**Tabla 42:** Promedio de disponibilidad de las máquinas.

MÁQUINA/EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	D (%)
TORNO CONVENCIONAL	JET	465-GHB1440A	1450475	96,92
TRONZADORA DE SIERRA CINTA	RONGFU	RF-712N	6700390	97,96
TALADRO FRESADOR	AL-HAWK	ZX40A	1301007	97,38
TALADRO FRESADOR	BELFLEX	BF-7032-FGM	605023	97,60
TALADRO VERTICAL	HELLER	B32IE	E205400	97,75
TALADRO VERTICAL	HELPER	B40HE	140114	98,00
SOLDADORA TIG	CÉBORA	WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558	E88597	98,23
<b>PROMEDIO</b>				97,69

De acuerdo con la Tabla 42 donde se registra los porcentajes de disponibilidad de cada máquina, que se obtuvo por medio del análisis estadístico en el punto 3.1.6, se especifica que el estado actual de las máquinas tiene una disponibilidad promedio de 97,69 % por lo que se considera que se encuentran en buen estado de funcionamiento para uso de las actividades efectuadas dentro de la empresa.

### 3.1.7 Documentación técnica de las máquinas

En la documentación técnica de las máquinas se va a utilizar el concepto de dossier técnico de las máquinas donde se especifica los siguientes documentos:

#### 3.1.7.1 Fichas técnicas de las máquinas

Las tablas de las fichas técnicas correspondientes a cada máquina se encuentran en el punto 3.1.4.

#### 3.1.7.2 Condiciones de servicio de las máquinas

**Tabla 43:** Condiciones de servicio del torno convencional JET.

CONDICIONES DE SERVICIO		
MÁQUINA/EQUIPO	MARCA	CÓDIGO
TORNO CONVENCIONAL	JET	STTR-01
SERIE	MODELO	
1450475	465-GHB1440A	
Velocidad máxima de giro: 2000 rpm.		
Velocidad mínima de giro: 70 rpm.		
Agujero a través del husillo: 34,925 mm.		
Alimentación: 220 V.		
Tipo de portaherramientas: 4 vías.		
Tamaño máximo de la herramienta: 15,875 x 15,875 mm.		
Recorrido máximo del carro superior: 68,262 mm.		
Recorrido máximo del carro transversal: 160,337 mm.		
Recorrido máximo del carro: 889 mm.		
Recorrido máximo del husillo del contrapunto: 95,25 mm.		
Diámetro del husillo del contrapunto: 31,75 mm.		
No operar la maquinaria sin EPP.		
Para operar la máquina evitar el uso de relojes, anillos, pulseras, ropa colgante u otros objetos que sean causa de atrapamiento en los componentes móviles.		

**Tabla 44:** Condiciones de servicio de la tronzadora de sierra cinta RONGFU.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>		
<b>MÁQUINA/EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>CÓDIGO</b>
TRONZADORA DE SIERRA CINTA	RONGFU	STCT-01
<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>	
6700390	RF-712N	
Alimentación: 220 V.		
Velocidad máxima de la sierra: 98 mpm.		
Velocidad mínima de la sierra: 34 mpm.		
No utilizar la herramienta para propósitos para la que no fue diseñada.		
Cambiar a la velocidad adecuada de la sierra de acuerdo al material.		
Capacidad de corte a 90°: 180 mm de diámetro ○.		
Capacidad de corte a 45°: 110 mm de diámetro ○.		
Capacidad de corte a 90°: 180 x 300 mm □.		
Capacidad de corte a 45°: 110 x 180 mm □.		
No operar la maquinaria sin EPP.		
Para el uso de la máquina no utilice accesorios de joyería, no tener ropa suelta y tener recogido el cabello en caso de tenerlo largo.		

**Tabla 45:** Condiciones de servicio del taladro fresador AL-HAWK.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>		
<b>MÁQUINA/EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>CÓDIGO</b>
TALADRO FRESADOR	AL-HAWK	STTL-01
<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>	
1301007	ZX40A	
Capacidad de perforación en hierro fundido: 40 mm.		
Capacidad de perforación en acero suave: 31,5 mm.		
Distancia máxima del husillo a la mesa: 450 mm.		
Velocidad máxima de giro: 1970 rpm.		
Velocidad mínima de giro: 120 rpm.		
Alimentación: 220 V		
Ángulo de inclinación del cabezal a la derecha: 180°.		
Ángulo de inclinación del cabezal a la izquierda: 180°.		
Recorrido longitudinal de la mesa: 500 mm		
Recorrido transversal de la mesa: 175 mm		
Utilizar obligatoriamente gafas de protección para operar la máquina.		

**Tabla 46:** Condiciones de servicio del taladro fresador BELFLEX.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>		
<b>MÁQUINA/EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>CÓDIGO</b>
TALADRO FRESADOR	BELFLEX	STTL-02
<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>	
605023	BF-7032-FG	
Alimentación: 220 V.		
Capacidad máxima de taladro: 32 mm.		
Capacidad máxima de fresado: 80 mm.		
Máxima capacidad de roscado: 12 mm.		
Desplazamiento frontal de la mesa: 175 mm.		
Desplazamiento lateral de la mesa: 400 mm.		
Velocidad máxima del husillo: 1250 rpm.		
Velocidad mínima del husillo: 80 rpm.		
No utilizar accesorios inadecuados.		
Utilizar protección para ojos, oídos y aparato respiratorio.		
Utilizar lubricante SAE 68 para la máquina.		

**Tabla 47:** Condiciones de servicio del taladro vertical HELLER.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>		
<b>MÁQUINA/EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>CÓDIGO</b>
TALADRO VERTICAL	HELLER	STTL-03
<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>	
C205400	B32IE	
Diámetro máximo de taladrado: 32 mm.		
Diámetro máximo de roscado: M22 mm.		
Recorrido máximo del husillo: 155 mm.		
Velocidad mínima del husillo: 125 rpm.		
Velocidad máxima del husillo: 3030 rpm.		
Gama de avance del husillo: 0.1, 0.2, 0.3 mm/r.		
Recorrido máximo de la caja del husillo: 285 mm.		
Recorrido máximo de la mesa: 490 mm.		
Grado de rotación de la caja del husillo: 45°.		
Área de la esa de trabajo: 500 x 240 mm.		
Velocidad de fluido del motor de la bomba refrigerante: 6 L/min.		
Alimentación: 220 V.		
Utilizar protección para ojos.		

**Tabla 48:** Condiciones de servicio del taladro vertical HELFER.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>		
<b>MÁQUINA/EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>CÓDIGO</b>
TALADRO VERTICAL	HELPER	STTL-04
<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>	
140114	B40HE	
Diámetro máximo de taladrado: 40 mm		
Recorrido máximo del husillo: 180 mm.		
Velocidad mínima del husillo: 50 rpm.		
Velocidad máxima del husillo: 1450 rpm.		
Rango de avance: 0.1, 0.2 mm/rev.		
Dimensiones de la mesa de trabajo: 560 x 560 mm		
Potencia del motor principal: 1.5 kw		
Alimentación: 220 V		
Utilizar protección para ojos al momento de operar la máquina.		

**Tabla 49:** Condiciones de servicio de la soldadora TIG CÉBORA.

<b>CONDICIONES DE SERVICIO</b>		
<b>MÁQUINA/EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>CÓDIGO</b>
SOLDADORA TIG	CÉBORA	STSD-01
<b>SERIE</b>	<b>MODELO</b>	
E88597	WIN TIG AC-DC 180 M	
Capacidad de trabajo a 180A: 25%		
Capacidad de trabajo a 110A: 60%		
Capacidad de trabajo a 100A: 100%		
Amperaje máximo: 180A		
Tensión: CC y CA		
Utilizar casco, guantes y ropa adecuada para el efecto.		
Alimentación: 220 V.		
Limpiar y preparar la superficie a soldar.		
Permitir períodos de descanso adecuados.		

### **3.1.8 Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) de las máquinas de la empresa “SERVITORNO”**

En la Norma Técnica de Prevención NTP 69 se considera que los valores inferiores a 100 para el IPR no requieren intervención salvo que la mejora fuera fácil de introducir y contribuyera a mejorar aspectos de calidad del producto proceso o trabajo [15]. Sin embargo, de acuerdo con el análisis y al ser una matriz de criterios ponderados se determina que los valores de IPR que se consideraran críticos van a ser aquellos valores que estén por encima del valor promedio del IPR de cada máquina y se los reconocerá con un fondo rojo en la matriz. El análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) de la maquinaria en estudio detallada anteriormente se lo puede apreciar en las tablas 50 a la 56.

**Tabla 50:** Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Torno convencional JET.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	JET				SERIE:	1450475	
MÁQUINA/EQUIPO:	TORNO CONVENCIONAL			MODELO:	465-GHB1440A				CÓDIGO:	STTR-01	
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
1	BANCADA	Proporcionar la estabilidad y soporte para los demás componentes.	La bancada se encuentra con picaduras.	FRACTURA	Falta de limpieza.	Los componentes que se mueven sobre la bancada se atorán y la precisión del torno disminuye.	2	2	1	4	Limpiar la máquina después de cada trabajo.
			Desalineación de la bancada.	DEFORMACIÓN	Falta de ajuste en las guías, errores de montaje.	Disminución en la calidad del mecanizado.	1	4	2	8	Realizar inspecciones periódicas para identificar cualquier tipo de desgaste de los elementos de ajuste.
2	PALANCA DE AJUSTE DEL PORTAHERAMIENTAS	Permitir la fijación y ajuste del portaherramientas en la posición deseada.	Aislamiento de la rosca.	DEFORMACIÓN	Excesivo ajuste de la palanca.	El portaherramientas no se mantiene estable.	3	1	4	12	No ajustar demasiado la palanca, únicamente hacerlo a pulso.
			Rotura del mando plástico.	FRACTURA	Golpes al momento de ajustar la palanca.	Falta de agarre para el operador al momento de ajustar la palanca.	2	1	1	2	No dar golpes al momento de ajustar la palanca.
3	CARRO LONGITUDINAL	Desplaza la herramienta de forma longitudinal	Atasco del carro.	GRIETAS	Falta de lubricación en las guías.	Impide el movimiento suave y controlado.	2	4	1	8	Mantener siempre lubricados y limpios los componentes móviles.
			Falta de precisión.	GRIETAS	Falta de ajuste, desgaste de las guías.	Disminución en la calidad del mecanizado.	1	4	2	8	Mantener el ajuste y alineación de este componente.
4	CARRO TRANSVERSAL	Desplazar las herramientas de forma transversal.	Desplazamiento desigual.	DESGASTE	Desgaste en las guías del carro.	Mecanizado con dimensiones irregulares.	1	4	1	4	Mantener siempre limpio y lubricado los componentes móviles.
			Atasco del carro.	GRIETAS	Residuos en las guías.	No se puede mover el carro con facilidad y precisión.	4	5	1	20	Limpiar la máquina después de cada trabajo.
5	POSTE DE HERRAMIENTA DE CUATRO VÍAS	Permitir la fijación y rotación de varias herramientas.	Mala sujeción de las herramientas.	DEFORMACIÓN	Excesivo ajuste en los pernos de sujeción.	Mala calidad del mecanizado.	2	3	1	6	No ajustar de manera exagerada los pernos de sujeción de la herramienta.
			Vibración del portaherramientas.	VIBRACIÓN	Falta de ajuste en la palanca.	Vibración de la herramienta al momento de mecanizar una pieza.	3	4	1	12	No ajustar de manera excesiva la palanca.
6	BOMBA DE LA TALADRINA	Recircular la taladrina a la herramienta de corte.	Baja presión.	ADHERENCIAS	Obstrucción del filtro de la bomba.	Refrigeración defectuosa a la pieza y herramienta.	4	1	1	4	Limpiar regularmente el filtro y mantener el nivel adecuado de refrigerante.
			La bomba hace ruido.	VIBRACIÓN	Rodamientos desgastados.	Causa daños a la bomba y aturde al operador por el ruido excesivo.	2	2	1	4	Inspeccionar y lubricar los rodamientos regularmente.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	JET			SERIE:	1450475		
MÁQUINA/EQUIPO:	TORNO CONVENCIONAL			MODELO:	465-GHB1440A			CÓDIGO:	STTR-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
7	MANDRIL	Sujetar la pieza de trabajo a ser torneada.	Desalineación.	DESALINEACIÓN	Los componentes de sujeción están desgastados.	Disminuye la precisión del mecanizado.	1	7	3	21	Realizar ajustes y reemplazar los componentes desgastados.
			Atasco del sistema de sujeción de las muelas.	ADHERENCIAS	Residuos adheridos en los componentes de sujeción de las muelas.	Falta de sujeción en la pieza y peligro para el operador.	5	4	1	20	Limpiar regularmente estos componentes.
8	CONTRAPUNTO	Sujetar la pieza de trabajo desde el otro extremo para reducir la vibración.	Vibración excesiva.	VIBRACIÓN	Falta de rigidez en el sistema de sujeción.	Movimientos no deseados durante el mecanizado reduciendo la calidad.	1	1	1	1	Inspeccionar regularmente la sujeción del contrapunto y asegurarse que este ajustado.
			Atasco del contrapunto.	ADHERENCIAS	Acumulación de viruta en el mecanismo de desplazamiento.	Impide el movimiento suave y controlado.	4	2	1	8	Limpiar regularmente los mecanismos de desplazamiento.
9	PROTECTOR CONTRA SALPICADURAS	Proteger al operador de los residuos que se generan en el mecanizado.	Rayaduras en el protector.	GRIETAS	Impacto del material desprendido en el mecanizado.	No permite una visibilidad clara de la pieza que se está trabajando.	1	1	1	1	Utilizar un protector de mayor calidad y reemplazarlo cuando este ya se encuentre dañado.
			Falta de visibilidad del área de trabajo.	DESGASTE	Acumulación de virutas y falta de limpieza.	El riesgo de cometer errores en el mecanizado aumenta.	2	1	1	2	Limpiar frecuentemente esta área.
10	TORNILLO DE AVANCE DEL CARRO TRANSVERSAL	Controlar el desplazamiento lateral del carro transversal.	Vibración del tornillo.	VIBRACIÓN	Desgaste de los elementos de soporte.	Afecta la estabilidad y precisión del carro.	1	2	3	6	Lubricar y regular los componentes de soporte.
			Atasco del tornillo de avance.	ADHERENCIAS	Contaminación con residuos desprendidos del mecanizado.	Impide el movimiento suave y controlado del carro.	1	2	1	2	Mantener limpio y lubricado el tornillo de avance.
11	VOLANTE DEL CARRO LONGITUDINAL	Ajustar la posición del carro longitudinal.	Desajuste del volante.	DEFORMACIÓN	Ajuste incorrecto de los mecanismos internos.	Impide el control de movimiento preciso del carro.	2	3	1	6	Calibrar y reajustar los mecanismos del volante.
			Desviación en las lecturas.	DESVIACIÓN	Falta de ajuste y mantenimiento.	Dificulta la obtención de las medidas precisas en el mecanizado.	2	5	1	10	Ajustar regularmente los componentes del volante.
12	VOLANTE DEL CARRO TRANSVERSAL	Ajustar la posición del carro transversal.	Desajuste del volante.	DEFORMACIÓN	Ajuste incorrecto de los mecanismos internos.	Impide el control de movimiento preciso del carro.	1	1	1	1	Ajustar regularmente los componentes del volante.
			Desviación en las lecturas.	DESVIACIÓN	Falta de ajuste y mantenimiento.	Dificulta la obtención de las medidas precisas en el mecanizado.	1	2	1	2	Ajustar regularmente los componentes del volante.
13	VOLANTE DEL CONTRAPUNTO	Ajustar la posición del contrapunto.	Desajuste del volante.	DEFORMACIÓN	Ajuste incorrecto de los mecanismos internos.	Impide el control de movimiento preciso del carro.	1	2	1	2	Ajustar regularmente los componentes del volante.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	JET			SERIE:	1450475		
MÁQUINA/EQUIPO:	TORNO CONVENCIONAL			MODELO:	465-GHB1440A			CÓDIGO:	STTR-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			Desviación en las lecturas.	DESVIACIÓN	Falta de ajuste y mantenimiento.	Dificulta la obtención de las medidas precisas en el mecanizado.	1	1	1	1	Ajustar regularmente los componentes del volante.
14	PANEL DEL CONTROL	Controlar la velocidad de giro y avance.	Se borra la información de las velocidades.	DESGASTE	Manipulación de esta área.	No permite seleccionar las velocidades adecuadas para los procesos de mecanizado.	1	1	1	1	Evitar la manipulación excesiva de esta área y procurar protegerla con alguna lámina plástica.
			Fractura del botón de emergencia.	FRACTURA	Golpes en el botón al momento de apagar el torno.	Impide el correcto funcionamiento de este componente.	5	2	1	10	No presionar el botón de forma brusca.
15	LÁMPARA DE ILUMINACIÓN	Iluminar el área de trabajo.	Lámpara fundida.	DESGASTE	La lámpara cumplió su vida útil.	Falta de iluminación en el área de trabajo.	1	1	1	1	Cambiar de lámpara cada vez que esta deje de funcionar.
			Brazo soporte dañado.	DESGASTE	Desgaste por el uso.	La posición de la lámpara es inestable.	2	1	1	2	Inspeccionar y ajustar el soporte regularmente.
16	PEDAL DE FRENO	Detener la máquina en caso de emergencia.	Pedal de freno no retorna.	DESGASTE	Mecanismos de retorno con problemas.	Afecta la capacidad de frenado.	2	6	4	48	Inspeccionar de manera regular el funcionamiento de este componente.
			Pedal de freno inactivo.	AVERÍA	Daño en los componentes del sistema de frenado.	Este no actuará en caso de necesitarlo.	1	6	4	24	Inspeccionar de manera regular el funcionamiento de este componente ya que es utilizado en caso de emergencia.
17	UÑAS DEL MANDRIL	Sostener la pieza a ser mecanizada.	Desgaste de las uñas.	DESGASTE	Uso prolongado de este componente.	Falta de sujeción en la pieza de trabajo.	1	5	1	5	Inspeccionar regularmente y cambiarlas cuando presenten un desgaste significativo.
			Rotura de las uñas.	FRACTURA	Impacto de las uñas con la herramienta.	Accidentes al operador y daño de las uñas.	2	8	2	32	Controlar la profundidad de trabajo de la herramienta.
18	GUÍAS DEL CARRO	Mantener el carro en línea recta durante el mecanizado.	Picaduras	FRACTURA	Falta de limpieza de los residuos arrancados en el mecanizado.	Impiden el movimiento controlado de los carros.	1	2	1	2	Limpiar la máquina después de cada trabajo.
			Falta de lubricación.	DESGASTE	Negligencia en el cuidado de la máquina.	Desgaste prematuro en las guías.	4	6	1	24	Aplicar lubricantes de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
19	BANDEJA DE ACEITE	Recoger y almacenar el aceite lubricador de la máquina.	Fugas del aceite.	FRACTURA	Juntas desgastadas.	Aumenta el desgaste de las partes móviles.	1	5	6	30	Inspeccionar regularmente este componente.
			Corrosión.	CORROSIÓN	Exposición a la humedad y falta de protección.	Debilita la estructura, provoca fugas y contamina el aceite.	1	3	1	3	Mantener la bandeja seca, limpia y protegida de la humedad.

<b>ELABORADO POR:</b>	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	JET			<b>SERIE:</b>	1450475		
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>	TORNO CONVENCIONAL			<b>MODELO:</b>	465-GHB1440A			<b>CÓDIGO:</b>	STTR-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
20	TORNILLO DE AVANCE DEL CARRO PRINCIPAL	Desplazar el carro principal de manera longitudinal.	Atasco del tornillo de avance.	DESGASTE	Falta de lubricación.	Impide el movimiento suave y controlado.	3	4	1	12	Mantener las roscas del tornillo y la tuerca limpias y lubricadas.
			Vibraciones en el tornillo.	VIBRACIONES	Desgaste desigual en la rosca del tornillo.	Afectan la calidad del mecanizado.	1	4	6	24	Realizar un mantenimiento regular para asegurar su alineación.
						<b>PROMEDIO</b>				9,825	

**Tabla 51:** Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) de la Tronzadora de sierra cinta RONGFU.

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR		MARCA:	RONGFU			SERIE:	6700390		
MÁQUINA/EQUIPO:		TRONZADORA DE SIERRA CINTA		MODELO:	RF-712N			CÓDIGO:	STCT-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
1	POLEAS	Transmitir el movimiento del motor a la cinta por media de la banda.	Desalineación de las poleas.	DEFORMACIÓN	Ajustes inadecuados y falta de mantenimiento.	La sierra cinta se desvía y puede romperse.	1	5	2	10	Cada vez que se cambia la cinta se debe revisar que estas se encuentren alineadas y correctamente ubicadas.
			Presencia de corrosión en las poleas.	CORROSIÓN	Exposición a la humedad o uso de agua simple como refrigerante.	La vida útil de las poleas se reduce y su funcionamiento es deficiente.	1	6	2	12	Evitar el uso de agua simple como refrigerante y su exposición a la humedad.
2	MORDAZAS	Fijar o sujetar el material al cual se va a realizar el corte.	Las mordazas no aprietan.	DESGASTE	Desgaste de los mecanismos de sujeción.	Inestabilidad de las piezas durante el corte.	1	5	1	5	Lubricar regularmente estos mecanismos para prevenir su desgaste.
			Mordazas rotas.	FRACTURA	Material de baja calidad y uso inadecuado.	Paro de la máquina y posibles lesiones.	1	4	1	4	Utilizar adecuadamente las mordazas y cambiarlas si presentan alguna debilidad estructural.
3	CILINDRO HIDRÁULICO	Controlar la velocidad de avance del brazo de la máquina.	Movimiento lento.	DESGASTE	Daño en las válvulas.	No se puede controlar el avance del brazo de la sierra.	1	2	1	2	Cambiar las válvulas cuando estas presenten daños y no manipular excesivamente.
			Pérdida de presión.	DESGASTE	Desgaste o daño en los sellos.	Falta de fuerza para controlar el avance de la sierra.	1	3	1	3	Revisar regularmente el estado de los sellos y percatarse que no presente fugas.
4	RUEDA DE AJUSTE DE LAS MORDAZAS	Regular el ajuste de las mordazas.	Desprendimiento de la rueda.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Mal ajuste de las mordazas.	4	1	1	4	Revisar el ajuste regularmente puesto que este componente esta siempre en manipulación.
			Deformación de la rueda.	DEFORMACIÓN	Sobrecarga al momento del ajuste.	Ajuste deficiente de las mordazas.	1	1	1	1	No aplicar fuerza excesiva al ajustar las mordazas.
5	FILTRO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	Evitar el paso de impurezas a la bomba.	Obstrucción del filtro.	ADHERENCIAS	Falta de limpieza de residuos.	Reduce el flujo de refrigerante para el corte.	6	2	1	12	Limpiar los residuos que quedan después de cada corte.
			Desgaste del material del filtro.	DESGASTE	Manipulación excesiva y exposición a la humedad.	Reduce su eficiencia en la filtración del refrigerante.	2	2	1	4	Limpiarlo utilizando un cepillo sin darle golpes.
6	BOMBA DE REFRIGERACIÓN	Recircular el refrigerante utilizado para el corte.	Baja presión de la comba.	ADHERENCIAS	Falta de mantenimiento.	Deficiente circulación del refrigerante y sobrecalentamiento de la sierra cinta.	2	4	1	8	Realizar un mantenimiento de manera regular a la bomba.

<b>ELABORADO POR:</b>		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR		<b>MARCA:</b>		RONGFU		<b>SERIE:</b>		6700390	
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>		TRONZADORA DE SIERRA CINTA		<b>MODELO:</b>		RF-712N		<b>CÓDIGO:</b>		STCT-01	
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			Falta de flujo del refrigerante.	FRACTURA	Mal funcionamiento del interruptor de encendido y apagado.	Falta de refrigerante en la sierra cinta, sobrecalentamiento de esta.	1	4	1	4	Verificar que el interruptor funcione y limpiarlo regularmente.
7	BANDA	Transmitir la energía del motor a la cinta a través de las poleas.	Desgaste de la Banda.	DESGASTE	Cumplió su vida útil.	No transmite el movimiento a las poleas.	1	1	1	1	Verificar el estado actual de la banda con regularidad.
			Banda sin tensión.	AJUSTE	El sistema que tensa la banda tiene falta de ajuste.	La banda patina y no se transmite el movimiento.	1	1	1	1	Revisar regularmente que los componentes de tensión de la banda estén ajustados.
8	MOTOR ELÉCTRICO	Proporcionar la energía para el movimiento de la sierra.	Cortocircuito.	SOBRECALENTAMIENTO	Contacto entre las bobinas.	Daño en las bobinas, paro del motor.	1	8	1	8	Realizar una inspección y cambiar cables dañados o mal conectados.
			Exceso de vibración.	VIBRACIÓN	Rodamientos desgastados.	Ruido fuerte.	1	1	1	1	Reemplazar los rodamientos desgastados.
9	PERILLA PARA TEMPLAR LA SIERRA	Mover la polea para templar la sierra de corte.	Perilla suelta.	DESGASTE	La rosca de fijación esta desgastada o aislada.	La perilla no se mantiene firme y se afloja destemplando la sierra cinta.	1	5	1	5	Reemplazar la rosca de fijación desgastada.
			Rotura de la perilla.	FRACTURA	Excesivo ajuste de la perilla.	No se puede ajustar la perilla para templar la sierra cinta.	5	2	1	10	No ejercer fuerza excesiva al momento de ajustar la perilla.
10	INTERRUPTOR DE PALANCA	Cerrar el paso de energía cuando el brazo de la sierra esta abajo.	Interrupciones durante la operación de la máquina.	AJUSTE	Conexiones sueltas o dañadas.	La sierra cinta se enciende y apaga de manera que afecta la eficiencia del corte.	1	5	1	5	Verificar y ajustar las conexiones eléctricas.
			Presencia de chispas.	SOBRECALENTAMIENTO	Daño en los contactos del interruptor.	Chispas visibles, ruidos anormales y riesgo de que el motor se dañe.	1	6	1	6	Reemplazar el interruptos si los contactos están dañados.
11	MESA	Permitir el apoyo de la pieza durante el proceso de corte.	Presencia de corrosión en la mesa.	CORROSIÓN	Presencia de humedad en el entorno.	Deterioro de la mesa y disminución de la vida útil.	1	2	1	2	Aplicar recubrimientos anticorrosivos y mantenerla siempre seca.
			Desgaste de la superficie de la mesa.	DESGASTE	Falta de mantenimiento y uso prolongado.	Aumento de la fricción.	1	1	1	1	Aplicar recubrimientos a la superficie de la mesa.
12	TOPE	Mantener una medida específica para el corte de la pieza.	Perdida de ajuste del tope.	DESGASTE	La rosca del tornillo de ajuste se encuentra aislada.	El tope no se mantiene a la medida ubicada y se produce un corte impreciso.	1	3	1	3	No ajustar de manera excesiva el tornillo que fija al tope.
			El tope se dobla.	DEFORMACIÓN	Golpes con el material que se coloca para realizar el corte.	Produce un corte fuera de la medida establecida.	1	1	1	1	No presionar excesivamente el material a cortar contra el tope.

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR		MARCA:	RONGFU			SERIE:	6700390		
MÁQUINA/EQUIPO:		TRONZADORA DE SIERRA CINTA		MODELO:	RF-712N			CÓDIGO:	STCT-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
13	VARILLA DE TOPE	Sostener el tope.	Deformación de la varilla.	DEFORMACIÓN	Presión en exceso del material a cortar contra el tope.	No permite el suave movimiento del tope.	1	3	1	3	No presionar excesivamente el material a cortar contra el tope.
			Rotura de la varilla.	FRACTURA	Sobrecarga o impacto en la varilla.	No se puede utilizar el tope, frena la producción.	1	4	1	4	No aplicar fuerza excesiva sobre este componente.
14	BANDEJA DE REFRIGERANTE	Contener el refrigerante utilizado en la sierra.	Fuga del refrigerante.	GRIETAS	Daño en el sellado de la bandeja.	Derrame del refrigerante en el área de trabajo.	1	1	1	1	Revisar regularmente posibles fugas y mantener el nivel de llenado del refrigerante.
			Presencia de corrosión en la bandeja.	CORROSIÓN	Exposición continua a la humedad y falta de limpieza.	Disminuye la vida útil y causa fugas.	1	1	1	1	Mantener limpia y seca la bandeja, además mantener en buen estado el recubrimiento.
15	SOPORTE DE PIVOTE	Permitir el ajuste de inclinación de la sierra.	Desgaste del soporte.	DESGASTE	Falta de lubricación.	Juego y movimientos imprecisos en el pivote.	1	6	1	6	Lubricar este componente de manera regular, antes del uso prolongado de la máquina.
			Presencia de corrosión.	CORROSIÓN	Falta de protección contra la corrosión.	Deterioro estructural y reducción de la vida útil.	1	7	1	7	Aplicar recubrimientos contra la corrosión.
16	VARILLA DE SOPORTE	Ajustar el ángulo de inclinación de la sierra.	Vibración excesiva de la varilla.	VIBRACIÓN	Desalineación o desgaste de la varilla.	Provoca cortes irregulares.	1	5	1	5	Revisar regularmente este componente para mantenerla alineada, equilibrada y reemplazar los componentes desgastados.
			Deformación de la varilla.	DEFORMACIÓN	Sobrecarga de peso o fuerza.	Desalineación de la sierra.	1	4	6	24	Operar la máquina dentro de los límites establecidos.
17	PLACA DE SOPORTE	Mantener la hoja de sierra en su lugar.	Vibración de la placa.	VIBRACIÓN	Falta de ajuste en los pernos de sujeción.	Ruido excesivo.	1	1	1	1	Revisar que siempre estén ajustados los pernos de sujeción de la placa.
			Descascarado de pintura.	CORROSIÓN	Manipulación fuerte.	Vulnerabilidad a la presencia de óxido.	1	1	1	1	Mantener este componente limpio y cuidar el recubrimiento.
18	TAPA DE ENGRANAJES	Proteger la caja de engranajes y mantener el lubricante en su lugar.	Descascarado de pintura.	CORROSIÓN	Golpes y mala manipulación.	Vulnerabilidad a la presencia de óxido.	1	2	1	2	Cuidar el recubrimiento, mantenerlo limpio y evitar los golpes.
			Deformación de la tapa.	DEFORMACIÓN	Mala manipulación.	Permitirá la fuga de lubricante y el ingreso de impurezas.	1	3	1	3	Cuando se saque esta tapa hacerlo cuidadosamente para no dañar su estructura.
19	DEPÓSITO DEL REFRIGERANTE	Albergar el líquido refrigerante.	Fisura en el tanque.	GRIETAS	Golpe o mala manipulación de este componente.	Fuga del líquido refrigerante al área de trabajo.	1	1	1	1	No golpear el depósito y mantenerlo limpio.

<b>ELABORADO POR:</b>	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	RONGFU			<b>SERIE:</b>	6700390		
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>	TRONZADORA DE SIERRA CINTA			<b>MODELO:</b>	RF-712N			<b>CÓDIGO:</b>	STCT-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			Obstrucción del conducto de salida.	GRIETAS	Acumulación de residuos en el conducto.	Disminuye el flujo de refrigerante hacia la sierra.	1	5	1	5	Limpiar periódicamente el depósito de refrigerante y mantener los niveles adecuados.
20	CUBIERTA TRASERA DE LA HOJA	Proteger al usuario de la sierra de corte en movimiento.	Vibración de la cubierta.	VIBRACIÓN	Falta de ajuste en los componentes de sujeción.	Ruido excesivo.	1	1	1	1	Revisar que la cubierta este ajustada siempre.
			Adherencia de residuos.	GRIETAS	Salpicaduras de los residuos de corte.	Desgaste de pintura de recubrimiento.	1	1	1	1	Mantener limpia esta área.
						<b>PROMEDIO</b>	4,475				

**Tabla 52:** Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Taladro fresador AL-HAWK.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	AL-HAWK			SERIE:	1301007		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR			MODELO:	ZX40A			CÓDIGO:	STTL-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
1	COLUMNA CUADRADA	Soportar los componentes de la máquina.	Deformación de la columna.	DEFORMACIÓN	Impacto externo o sobrecarga en la máquina.	La máquina pierde estabilidad y alineación.	1	7	1	7	No sobrecargar y evitar golpes fuertes en la máquina.
			Desalineación de la columna.	DESCALIBRACIÓN	Mal montaje o falta de ajuste.	Problemas para realizar trabajos de precisión.	1	5	1	5	Inspeccionar periódicamente la alineación de la máquina.
2	BASE	Proporcionar una superficie de asentamiento para la máquina.	Descascarado de la pintura.	CORROSIÓN	Pintura de mala calidad.	Presencia de óxido y pérdida de resistencia estructural.	3	3	1	9	Mantener la máquina seca y limpia.
			Presencia de corrosión.	CORROSIÓN	Recubrimientos de mala calidad y exposición a la humedad.	Reduce la vida útil y la resistencia estructural de este componente.	2	5	1	10	Mantener el área de la máquina libre de humedad y limpia.
3	RUEDA DE AVANCE MESA LONGITUDINAL	Desplazar la mesa de forma longitudinal para ajustar la posición de la pieza de trabajo.	Rueda suelta.	AJUSTE	Falta de ajuste en los componentes de sujeción.	Alteran la precisión del proceso que se esté realizando.	3	2	1	6	Mantener ajustado los componentes de sujeción.
			Rotura de la agarradera de la rueda.	FRACTURA	Mala manipulación.	Incomodidad en el agarre para realizar los trabajos.	1	1	1	1	Usar de manera adecuada este componente.
4	MESA	Proporcionar una superficie regulable para el trabajo de mecanizado.	Adherencia de residuos.	GRIETAS	Falta de limpieza.	No circula de manera fluida el refrigerante.	6	3	1	18	Mantener limpio los canales y conductos de desagüe del refrigerante.
			Acumulación de refrigerante.	DISEÑO	Error de diseño.	El refrigerante utilizado se acumula en una zona donde no tiene desfogue.	7	1	1	7	Mantener limpia y seca esta área después de cada trabajo ya que puede presentarse óxido por la humedad.
5	MANIJA DE BLOQUEO	Bloquear el desplazamiento de la mesa a través del volante.	Falta de ajuste en la manija.	DESGASTE	Desgaste de los componentes internos.	No bloquea el avance del husillo.	2	7	1	14	No ajustar excesivamente para evitar el desgaste de los componentes internos.
			Aislamiento de la rosca.	GRIETAS	Ajuste excesivo de la manija.	No bloquea el avance del husillo.	2	7	1	14	No ajustar excesivamente para evitar el desgaste de los componentes internos.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	AL-HAWK			SERIE:	1301007		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR			MODELO:	ZX40A			CÓDIGO:	STTL-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
6	MOTOR ELÉCTRICO	Proporcionar energía para el movimiento rotacional de la máquina.	Sobrecalentamiento del motor.	SOBRECALENTAMIENTO	Mala disipación de calor.	Riesgo de incendio.	2	8	1	16	Mantener una limpieza continua de polvos en los alrededores del motor.
			Falla en el sistema eléctrico.	DESGASTE	Cables desgastados.	Mal funcionamiento del motor.	2	5	1	10	Inspeccionar el estado de las conexiones eléctricas de ella máquina.
7	INTERRUPTOR DE LA MÁQUINA	Abrir y cerrar el paso de electricidad a la máquina.	Falla del interruptor.	DESGASTE	Uso repetitivo del interruptor.	Problemas en el encendido de la máquina.	1	7	1	7	En caso de fallo cambiar el interruptor.
			Rotura del interruptor.	FRACTURA	Mala manipulación.	Problemas en el encendido de la máquina.	1	2	1	2	Manipular de forma suave el interruptor.
8	PALANCA DE VELOCIDAD	Selecciona las distintas velocidades que dispone la máquina.	Palanca fuera de lugar.	FRACTURA	Material de mala calidad.	No se puede seleccionar la velocidad de trabajo.	2	4	1	8	No aplicar exceso de fuerza en la palanca al seleccionar la velocidad.
			Atasco de la Palanca.	ADHERENCIAS	Acumulación de residuos.	La palanca no se queda en una posición.	2	2	1	4	Limpiar esta zona y verificar que nada impida el movimiento suave.
9	SEGURO DE LA MANGA	Mantener la herramienta de corte en su lugar.	Falta de ajuste en la herramienta.	AJUSTE	Ajuste inadecuado.	La manga se desliza.	1	5	1	5	Realizar un correcto ajuste del mecanismo de seguridad de la manga.
			El seguro de la manga falla.	DESGASTE	Daño en el mecanismo de seguridad.	Riesgo de caída de la herramienta.	1	7	3	21	Inspección y realizar cambio si existe desgaste.
10	SOPORTE DEL CUERPO	Sostener y guiar el cuerpo de la máquina.	Deformación del soporte.	DEFORMACIÓN	Exceso de carga en la máquina.	La máquina se desalinea.	1	7	2	14	Evitar sobrecargar la máquina.
			Falta ajuste.	DESGASTE	Falta de mantenimiento.	Movimientos no deseados.	1	5	1	5	Inspección regular de los elementos de ajuste.
11	TOPE	Limitar el movimiento de la mesa entre dos puntos.	Falta de ajuste.	DESGASTE	Aislamiento de la rosca que sostiene el tope.	Disminuye la precisión de los trabajos en serie.	2	4	3	24	No ajustar excesivamente los pernos de los topes.
			Rotura del perno del tope.	FRACTURA	Exceso de presión cuando la mesa llega.	No se puede establecer medidas repetibles.	1	1	1	1	No ejercer demasiada presión en el volante cuando la mesa llega al tope.
12	TORNILLO DE HOJA	Fijar la posición de la mesa en una posición.	Presencia de óxido.	CORROSIÓN	Exposición a humedad.	El tornillo pierde resistencia estructural y puede llegar a romperse.	1	3	3	9	Sopletear con el aire esta área después de cada trabajo.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR		MARCA:	AL-HAWK			SERIE:	1301007			
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR		MODELO:	ZX40A			CÓDIGO:	STTL-01			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			Atascamiento de la hoja.	GRIETAS	Viruta pegada en la hoja.	No se puede ajustar el tornillo.	2	1	1	2	Mantener limpia la máquina y sopletar con aire después de cada trabajo.
13	RUEDA DE AVANCE MANUAL DE LA HERRAMIENTA	Permitir el avance de la herramienta en medidas más pequeñas.	Atasco de la rueda.	GRIETAS	Adherencia de residuos y falta de lubricación.	No se puede mover la herramienta con facilidad y precisión.	1	1	1	1	Limpia y lubricar regularmente.
			La rueda no realiza el avance.	DESGASTE	Los dientes de la rueda están desgastados.	Saltos en el movimiento de la herramienta.	1	1	1	1	Inspeccionar regularmente el estado de los dientes de la rueda.
14	MANGO DE PERFORACIÓN	Permitir al operario sostener y guiar la herramienta mientras perfora o realiza el fresado a la pieza.	Rotura del mango.	FRACTURA	Fatiga del material o carga excesiva.	Pérdida de control de la herramienta.	2	7	1	14	No exceder la capacidad de carga especificada y reemplazar si presenta daños.
			El mango se resvala.	DESGASTE	Daño en los elementos de ajuste.	Dificultad para mantener la posición deseada.	1	1	1	1	Revisar de manera regular el ajuste del mango.
15	RUEDA DE AVANCE HORIZONTAL DE LA MESA	Desplazar la mesa de forma horizontal para ajustar la posición de la pieza de trabajo.	La rueda se atora.	LUBRICACIÓN	Falta de lubricación y limpieza.	No se puede realizar un avance suave y preciso de la mesa.	2	3	1	6	Limpia los residuos después de cada trabajo y mantener lubricado los componentes en movimiento.
			Descascarado del recubrimiento anticorrosivo.	CORROSIÓN	Falta de mantenimiento y limpieza.	Se reduce la vida útil y resistencia estructural.	2	5	1	10	Mantener limpia y seca la rueda de avance.
16	CREMALLERA	Permitir un movimiento controlado entre la mesa y la columna.	Acumulación de limallas.	ADHERENCIAS	Exceso de grasa y falta de limpieza.	No permite el suave movimiento de la mesa.	2	3	1	6	No colocar grasa en exceso y limpiar los residuos contrarios al lado de la cremallera.
			Rotura de los dientes de la cremallera.	FRACTURA	Sobrecarga en la máquina.	Los mecanismos se atoran al intentar subir o bajar la mesa.	1	4	1	4	No sobrecargar la máquina.
17	TAPA DE COLUMNA	Proteger los componentes internos de la columna de contaminantes externos.	Tapa fuera de lugar.	NEGLIGENCIA	Pérdida del elemento de ajuste de la tapa.	Ingreso de impurezas al interior de la columna.	1	2	1	2	Colocar todos los elementos al momento del montaje de cualquier componente.
			Deformación de la tapa.	DEFORMACIÓN	Mala manipulación.	La tapa no encaja en el lugar al que pertenece.	2	4	1	8	No dar golpes para colocar la tapa.
18	PANEL DE PROTECCIÓN	Proporcionar una barrera de seguridad	Rayaduras en el panel.	DESGASTE	Material arrancado choca con el panel.	Reduce la visibilidad al área de trabajo.	4	2	1	8	Mantener limpio el panel y en caso de daño cambiarlo.
			Vibración del panel.	VIBRACIÓN	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Panel inestable y genera ruido.	2	1	1	2	Ajustar los elementos de sujeción del panel regularmente.

<b>ELABORADO POR:</b>	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	AL-HAWK			<b>SERIE:</b>	1301007		
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>	TALADRO FRESADOR			<b>MODELO:</b>	ZX40A			<b>CÓDIGO:</b>	STTL-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
19	MANIVELA DEL CABEZAL	Subir y bajar el cabezal	Falta de ajuste.	DESGASTE	Desgaste de los elementos de sujeción.	No permite el movimiento del cabezal.	2	3	1	6	Mantener ajustado los elementos de sujeción de la máquina.
			Desgaste de los dientes de la manivela.	DESGASTE	Falta de lubricación.	No se puede subir o bajar el cabezal.	2	5	1	10	Mantener lubricado los componentes en movimiento.
20	HUSILLO	Girar la herramienta.	Atasco del husillo.	GRIETAS	Adherencia de residuos en los rodamientos.	Dificulta el cambio de herramienta y detiene la operación.	2	6	1	12	Mantener los rodamientos limpios, lubricados y protegidos de contaminación.
			Vibración excesiva.	VIBRACIÓN	Falta inspección y mantenimiento de este componente.	Baja calidad del mecanizado.	1	7	1	7	Dar un mantenimiento regular al husillo para garantizar el correcto funcionamiento.
							<b>PROMEDIO</b>			7,925	

**Tabla 53:** Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Taladro fresador BELFLEX.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	BELFLEX			SERIE:	605023		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR			MODELO:	BF-7032-FG			CÓDIGO:	STTL-02		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
1	EMPUÑADURA DE AVANCE DE LA HERRAMIENTA	Controlar el avance vertical de la herramienta utilizada.	Fisuras en la empuñadura.	FRACTURA	Uso prolongado.	Incomodidad en el operario.	1	2	1	2	Manipular suavemente este componente.
			La empuñadura se desliza durante el avance.	DESGASTE	Superficie de agarre desgastada.	Dificultad para mantener un avance estable y controlado.	1	3	1	3	Reemplazar la empuñadura y mantenerla limpia.
2	PANTALLA PARA CORTE	Proteger al operador del material desprendido del área de trabajo.	Grietas en la pantalla.	GRIETAS	Impactos del material arrancado.	La visibilidad se ve reducida.	3	4	1	12	Reemplazar la pantalla.
			La pantalla se desprende durante el funcionamiento de la máquina.	DESGASTE	Elementos de fijación desgastados.	Pérdida de seguridad para el operador.	2	5	1	10	Revisar los ajustes de la pantalla regularmente para que tenga una buena sujeción.
3	RUEDA DE AVANCE LONGITUDINAL DE LA MESA	Regular el avance de la mesa de forma longitudinal.	La rueda de avance se atasca.	ADHERENCIAS	Falta de limpieza y lubricación.	El movimiento longitudinal de la mesa se restringe.	1	4	1	4	Mantener limpio y lubricado los elementos de movimiento.
			Descascarado de la protección anticorrosiva de la rueda.	CORROSIÓN	Impactos externos en la rueda.	La rueda se oxida y reduce su vida útil.	1	3	1	3	Evitar golpear la rueda y mantenerla siempre con un buen recubrimiento.
4	PARADA DE RECORRIDO	Limitar el movimiento de la mesa de trabajo longitudinalmente.	La parada de recorrido esta desalineada.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Se dificulta el trabajo en serie.	1	1	1	1	Revisar siempre que los elementos de sujeción tengan buen ajuste.
			La parada de recorrido se rompe.	FRACTURA	Presión excesiva constante o impactos fuertes.	La parada de recorrido pierde su funcionalidad.	1	3	1	3	Revisar y reemplazar si existe un daño grave en este componente.
5	TOPE DE PROFUNDIDAD	Ajustar la profundidad de corte de la herramienta.	Desajuste en el tope.	AJUSTE	Desgaste de los elementos de sujeción.	Dificulta controlar la profundidad del corte.	1	4	1	4	Realizar un ajuste regularmente para tener el control de cortes precisos.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	BELFLEX			SERIE:	605023		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR			MODELO:	BF-7032-FG			CÓDIGO:	STTL-02		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			Rotura del tope.	FRACTURA	Impacto fuerte o presión excesiva.	Pérdida de funcionalidad del tope.	1	3	1	3	No ejercer presión excesiva y evitar los golpes.
6	PALANCA DE VELOCIDAD	Regular las distintas velocidades de rotación del husillo.	Palanca suelta.	FRACTURA	Rotura de los elementos de sujeción.	La palanca se encuentra fuera de lugar y no es posible seleccionar adecuadamente la velocidad.	1	2	1	2	Manipular suavemente este componente ya que es de plástico.
			Giro en banda de la palanca.	DEFORMACIÓN	Aplicación de fuerza excesiva sobre la palanca.	La palanca pierde su funcionalidad.	1	4	1	4	Reemplazar este componente por otro de mejor material.
7	CUBIERTA PORTABROCAS	Proteger el portabrocas en el extremo superior de impurezas y posibles accidentes.	Cubierta del portabrocas fuera de lugar.	DISEÑO	No tiene elementos de sujeción.	Permite el ingreso de impurezas al interior del portabrocas.	1	3	1	3	Revisar que esta cubierta se encuentre en su lugar.
			Rotura de la cubierta.	FRACTURA	Golpes externos o caídas hacia el piso.	No va a cumplir su función	1	2	1	2	No botar al piso este componente.
8	COLUMNA	Soportar el cabezal de la herramienta y los demás componentes.	Deformación de la columna.	DEFORMACIÓN	Sobrecargar la máquina.	La máquina se desalinea y pierde estabilidad.	1	7	1	7	No sobrecargar la máquina y evitar impactos en este componente.
			Presencia de óxido en la columna.	CORROSIÓN	Exposición a humedad.	La columna se debilita estructuralmente.	1	5	1	5	Aplicar recubrimientos anticorrosivos en la columna.
9	CABEZAL EMPUÑADURA	Ayudar a subir o bajar el cuerpo de la máquina.	Rotura del mecanismo de sujeción.	FRACTURA	Sobrecarga en la máquina y falta de ajuste en los fijadores.	Pérdida total de sujeción y daños al operador.	1	8	1	8	No sobrecargar la máquina y revisar que los fijadores siempre 72leva ajustados.
			Rotura de la palanca.	FRACTURA	Material poco resistente.	Imposibilita el movimiento de la palanca.	1	3	1	3	Revisar cualquier anomalía en la palanca y si hace falta reemplazar.
10	RUEDA DE MICROAVANCE VERTICAL	Controlar el avance vertical de la herramienta utilizada en medidas más precisas.	Desgaste de los dientes de la rueda.	DESGASTE	Uso prolongado sin mantenimiento.	Pérdida de precisión en el avance vertical.	1	7	2	14	Limpiar y lubricar regularmente.
			La rueda de micro avance se atasca.	ADHRENCIAS	Acumulación de residuos.	No permite el avance suave y controlado.	3	3	1	9	Mantener limpio este componente y la máquina en general.
11	TOPE	Limitar el movimiento de la mesa entre dos puntos.	Rotura del tope.	FRACTURA	Golpes excesivos en el componente.	No se puede poner un límite de movimiento en la mesa.	1	1	1	1	No golpear este componente en el movimiento de la mesa.
			Deformación del tope.	DEFORMACIÓN	Ejercer demasiada presión en el volante cuando ya la mesa llega al tope.	Falta de precisión en el mecanizado.	1	4	1	4	No ejercer demasiada presión en el volante cuando esta colocado el tope.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	BELFLEX			SERIE:	605023		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR			MODELO:	BF-7032-FG			CÓDIGO:	STTL-02		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
12	INDICADOR DE PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN	Mostrar la profundidad de corte de la herramienta.	Deformación del indicador.	DEFORMACIÓN	Se ejerce demasiada presión cuando este llega al límite de movimiento.	No muestra con exactitud la medida.	4	1	1	4	No ejercer demasiada presión en este componente con la máquina.
			El indicador este flojo.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	No muestra una medida exacta.	1	1	1	1	Mantener ajustado los elementos de sujeción para obtener una medida exacta.
13	VOLANTE DE ELEVACIÓN	Regular la altura del cabezal empuñadura.	Rotura del agarre del volante de elevación.	FRACTURA	Mala manipulación.	No permite el agarre adecuado del volante.	1	2	1	2	Manipular adecuadamente este componente.
			Dificultad en el movimiento del volante.	ADHERENCIAS	Acumulación de residuos.	Dificulta el ajuste de altura.	3	1	1	3	Limpiar y lubricar regularmente el volante de elevación.
14	GUÍA DE LA MESA	Mantener estable la mesa de trabajo.	Desalineación de la guía de la mesa.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Produce un movimiento irregular en la mesa.	2	4	1	8	Ajustar las guías de la mesa antes de cada trabajo.
			Picaduras en la guías.	FRACTURA	Golpes accidentales.	Falta de precisión en el movimiento y atascos.	2	5	1	10	Reemplazar la guías desgastadas y mantener siempre limpia esta área.
15	BOTÓN DE EMERGENCIA	Detener la máquina en caso de emergencia.	Rotura de botón.	FRACTURA	Mala manipulación.	Daño del agarre del botón.	6	2	1	12	No golpear para accionar el botón.
			El botón no se activa.	DESGASTE	Daño en las conexiones eléctricas.	No cumple la función como parada de emergencia.	2	8	1	16	Revisar el estado de las conexiones eléctricas de la máquina.
16	HUSILLO	Girar la herramienta.	Daño del husillo.	DESGASTE	Uso prolongado sin mantenimiento.	Inexactitud en la calidad del mecanizado.	1	4	1	4	Realizar un mantenimiento regular.
			Desalineación del husillo.	DESGASTE	Mal ajuste.	Errores en el mecanizado.	2	4	1	8	Asegurar el husillo antes de cada trabajo.
17	CUBIERTA DE PROTECCIÓN DE LA MÁQUINA	Proteger a la máquina del ingreso de residuos.	Rotura de la cubierta.	FRACTURA	Cumplió su vida útil.	Ingreso de residuos a los componentes internos de la máquina.	2	5	1	10	Reemplazar la cubierta.
			Cubierta suelta.	DESGASTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	No protege de los residuos.	1	5	1	5	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción.
18	RUEDA DE AVANCE MESA HORIZONTAL	Regular el avance de la mesa de forma transversal.	Dificultad en el movimiento de la rueda.	GRIETAS	Falta de lubricación y acumulación de residuos.	Dificultad para realizar el avance de la mesa.	3	1	1	3	Limpiar y lubricar regularmente.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	BELFLEX			SERIE:	605023		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO FRESADOR			MODELO:	BF-7032-FG			CÓDIGO:	STTL-02		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			Desgaste de los dientes de la rueda.	DESGASTE	Uso prolongado sin mantenimiento.	Al girar la rueda se atora y no avanza la mesa.	2	7	1	14	Reemplazar la parte desgastada.
19	MESA	Sostener la pieza de trabajo y moverse de acuerdo a la necesidad de trabajo.	Mesa desalineada.	AJUSTE	Mal ajuste.	Movimiento irregular y mecanizados con falta de precisión.	1	5	1	5	Ajustar los elementos de sujeción de la mesa antes de cada trabajo.
			Fisuras en la mesa.	FRACTURA	Golpes accidentales.	Comprometen la resistencia estructural de la mesa.	1	7	1	7	No dejar caer objetos pesados.
20	MANGUERA DE LÍQUIDO REFRIGERANTE	Conducir el líquido refrigerante a la herramienta de corte.	Fuga del líquido refrigerante.	FRACTURA	Rotura de la manguera por exceso de movimientos.	El refrigerante se riega en el área de trabajo.	2	1	1	2	Cambiar la manguera.
			Taponamiento de la manguera.	GRIETAS	Acumulación de residuos.	No hay flujo de refrigerante.	4	4	1	16	Limpiar el interior de la manguera.
						<b>PROMEDIO</b>				5,925	

**Tabla 54:** Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del Taladro vertical HELLER.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELLER			SERIE:	E205400		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL			MODELO:	B32IE			CÓDIGO:	STTL-03		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
1	BASE	Mantener estable de la máquina para su uso.	Descascarado de la pintura.	CORROSIÓN	Pintura de mala calidad.	Presencia de óxido y pérdida de resistencia estructural.	3	3	1	9	Mantener la máquina seca y limpia.
			Presencia de corrosión.	CORROSIÓN	Recubrimientos de mala calidad y exposición a la humedad.	Reduce la vida útil y la resistencia estructural de este componente.	2	5	1	10	Mantener el área de la máquina libre de humedad y limpia.
2	MESA DE TRABAJO	Sostener la pieza sobre la cual se va a realizar la perforación.	La mesa se desplaza.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de fijación.	Inestabilidad en la mesa.	2	3	1	6	Ajustar la mesa antes de cualquier trabajo.
			Se tapa el desagüe del refrigerante.	GRIETAS	Adherencia de residuos en el filtro de la mesa.	No permite el flujo de refrigerante.	5	2	2	20	Limpiar el filtro de la mesa después de cada trabajo.
3	COLUMNA	Sostener los distintos componentes de la máquina.	Deformación de la columna.	DEFORMACIÓN	Sobrecargar la máquina.	La máquina se desalinea y pierde estabilidad.	1	7	1	7	No sobrecargar la máquina y evitar impactos en este componente.
			Presencia de óxido en la columna.	CORROSIÓN	Exposición a humedad.	La columna se debilita estructuralmente.	1	5	1	5	Aplicar recubrimientos anticorrosivos en la columna.
4	MANIVELA DE SOPORTE PARA ELEVACIÓN	Deslizar hacia arriba o abajo la mesa de trabajo.	La mesa no está fija.	FRACTURA	Rotura de la base del perno de sujeción.	No proporciona estabilidad a la mesa.	2	4	1	8	Reemplazar si este componente está roto.
			La manivela no gira.	GRIETAS	Adherencia de viruta en los mecanismos internos.	Los mecanismos para mover la mesa se atorán.	1	3	1	3	Sopletear esta zona regularmente para retirar las virutas.
5	MECANISMO DE SUBIDA Y BAJADA DE LA MESA	Permitir que la mesa de trabajo pueda subir y bajar con facilidad.	Los mecanismos hacen un ruido anormal.	DESGASTE	Falta de lubricación.	La fricción entre estos es alta y su vida útil se reduce.	1	4	1	4	Mantener lubricado este mecanismo.
			Atoramiento en los mecanismos.	FRACTURA	Rotura de algún diente del mecanismo.	Atasca el movimiento.	1	6	2	12	Reemplazar el componente dañado.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELLER			SERIE:	E205400		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL			MODELO:	B32IE			CÓDIGO:	STTL-03		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
6	SOPORTE DE LA MESA DE TRABAJO	Sostener y regular la posición de la mesa.	Descascarado de pintura.	CORROSIÓN	Impacto de viruta o golpes accidentales.	Exposición a que el componente se oxide.	2	3	1	6	Realizar el recubrimiento anticorrosivo a las partes que hagan falta.
			Rotura del soporte para hacer girar la mesa.	GRIETAS	Ajuste excesivo del perno para girar la mesa.	Fuga de refrigerante e inestabilidad de la mesa.	1	5	1	5	No ajustar excesivamente los elementos de sujeción.
7	BOTÓN DE PALANCA	Accionar el avance automático para la herramienta.	El botón de palanca no se activa.	DESGASTE	Daño en el mecanismo interno del botón.	No se puede activar el avance automático.	1	1	1	1	Reemplazar el botón que presenta daño.
			Rotura del botón.	FRACTURA	Mala manipulación.	No es posible activar el funcionamiento del botón.	1	2	1	2	Utilizar correctamente el botón.
8	BOTON DE INICIO	Permitir el paso de corriente eléctrica a la máquina para su funcionamiento.	EL botón se calienta.	SOBRECALENTAMIENTO	Daño en el sistema eléctrico del botón.	EL botón deja de cumplir su función.	2	4	1	8	Revisar los componentes eléctricos y reemplazar si hace falta.
			Rotura del botón.	FRACTURA	Exceso de fuerza la presionar el botón.	El botón pierde su funcionalidad.	2	3	1	6	Presionar suavemente el botón.
9	BOTÓN DE PARADA DE EMERGENCIA	Detener la máquina en su totalidad en caso de emergencia.	Rotura de botón.	FRACTURA	Mala manipulación.	Daño del agarre del botón.	6	2	1	12	No golpear para accionar el botón.
			El botón no se activa.	DESGASTE	Daño en las conexiones eléctricas.	No cumple la función como parada de emergencia.	2	8	1	16	Revisar el estado de las conexiones eléctricas de la máquina.
10	MOTOR DE BOMBA	Recircular el refrigerante utilizado en la máquina.	El motor vibra demasiado.	DESGASTE	Desgaste de los rodamientos internos.	Parada del motor.	1	4	1	4	Reemplazar los componentes desgastados.
			El motor se calienta demasiado.	SOBRECALENTAMIENTO	Mala ventilación o sobrecarga.	La vida útil del motor se reduce.	2	6	1	12	Brindar una buena ventilación al motor y no sobrecargarlo.
11	LÁMPARA	Iluminar la zona de trabajo.	Rotura del protector del foco.	FRACTURA	Impacto de los residuos arrancados	No hay protección para el foco.	2	1	1	2	Reemplazar el protector en caso de daño.
			La bombilla no enciende.	DESGASTE	Cumplió la vida útil.	Falta de iluminación en la zona de trabajo.	1	3	1	3	Reemplazar la bombilla.
12	BOTON DE PARADA	Detener el funcionamiento de la máquina.	Rotura del botón.	FRACTURA	Exceso de fuerza la presionar el botón.	El botón pierde su funcionalidad.	2	3	1	6	Presionar suavemente el botón.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR		MARCA:	HELLER			SERIE:	E205400			
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL		MODELO:	B32IE			CÓDIGO:	STTL-03			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			El botón no detiene la máquina.	DESGASTE	Falla de los componentes internos del botón.	No es posible detener la máquina.	2	4	1	8	Reemplazar el botón.
13	TAPA DEL DEPOSITO DE REFRIGERANTE	Cubrir el depósito del refrigerante para evitar derrames.	Fugas alrededor de la tapa.	DESGASTE	Sellado deficiente de la tapa.	El líquido del interior del depósito se fuga.	1	1	1	1	Revisar que la tapa este sellando bien al momento de colocarla.
			Rotura de la tapa.	GRIETAS	Ajuste excesivo de la tapa.	La tapa se rompe y no cubre el orificio del depósito.	1	1	1	1	No ajustar en exceso la tapa y reemplazar si esta se rompe.
14	PALANCA DE GIRO	Girar el cabezal a diferentes ángulos.	Bloqueo de la palanca de giro.	CORROSIÓN	Presencia de óxido.	No se puede hacer un giro suave del cabezal.	1	1	1	1	Esta palanca es de poco uso, pero hay que mantenerla limpia y libre de humedad.
			Desgaste de la palanca.	DESGASTE	Material de baja calidad.	Pérdida de eficacia en la operación de giro.	1	2	1	2	Reemplazar la palanca si muestra signos de desgaste.
15	PERNO DE DOBLE PUNTA	Sujetar dos elementos.	Rosca del perno aislada.	GRIETAS	Ajuste excesivo.	El perno pierde su funcionalidad.	2	3	1	6	Reemplazar el perno desgastado.
			Rotura del perno.	FRACTURA	Fatiga del material del perno.	Pérdida de la conexión del perno.	2	3	1	6	Utilizar pernos de alta resistencia y reemplazarlo se hay signos de fatiga.
16	PALANCA DE BLOQUEO DEL SOPORTE DE LA MESA	Restringir el movimiento del soporte.	La palanca no bloquea el movimiento.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	La mesa se mueve al momento de algún trabajo.	2	4	1	8	Revisar los elementos de ajuste antes de cada trabajo a realizar.
			Aislamiento de los pernos de sujeción.	DESGASTE	Ajuste en exceso.	El soporte no se queda fijo y disminuye la calidad del mecanizado.	1	3	1	3	Reemplazar el perno desgastado.
17	POMO ESTRIADO	Ajustar la posición de la mesa de trabajo.	El pomo se afloja.	AJUSTE	Vibraciones durante el trabajo de la máquina.	Movimiento no deseado del pomo.	1	1	1	1	Ajustar continuamente el pomo.
			Daño en los dientes del pomo.	GRIETAS	Impactos externos.	Perdida de la capacidad de ajuste.	1	2	2	4	Reemplazar el pomo.
18	TORNILLO A ESCALA	Ajustar la profundidad de la perforación.	El tornillo se atora.	CORROSIÓN	Acumulación de suciedad y falta de lubricación.	Dificulta la fijación en la posición deseada.	1	3	1	3	Mantener limpio y lubricado este tornillo.
			Desgaste del tornillo.	DESGASTE	Falta de mantenimiento.	Pérdida de precisión en la medida.	1	2	1	2	Reemplazar el tornillo si esta desgastado y realizar mantenimiento más seguido.

<b>ELABORADO POR:</b>	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	HELLER			<b>SERIE:</b>	E205400		
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>	TALADRO VERTICAL			<b>MODELO:</b>	B32IE			<b>CÓDIGO:</b>	STTL-03		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
19	MECANISMO DE ELEVACIÓN DE LA CAJA DEL HUSILLO	Regular la altura del husillo.	Bloqueo del mecanismo de elevación.	DESGASTE	Falta de lubricación en el mecanismo.	No se puede mover verticalmente la caja del husillo.	1	4	2	8	Lubricar regularmente este mecanismo.
			Desgaste del mecanismo de elevación.	DESGASTE	Falta de mantenimiento.	Pérdida de eficacia en la operación de elevación,	1	3	3	9	Realizar un mantenimiento regular de los mecanismos de elevación.
20	CUBIERTA DE LA CAJA DEL HUSILLO	Proteger y mantener el lubricante en el interior.	Fisura en la cubierta.	FRACTURA	Impactos externos o mala manipulación en el montaje y desmontaje.	Riesgo de exposición de las partes móviles.	1	3	1	3	Realizar inspecciones periódicas y reemplazar la cubierta si es necesario.
			Vibración excesiva.	VIBRACIÓN	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Vibración y posibles daños de la estructura de la cubierta.	2	2	1	4	Ajustar los elementos de sujeción.
						<b>PROMEDIO</b>				5,925	

**Tabla 55:** Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) del taladro vertical HELFER.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELPER			SERIE:	140114		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL			MODELO:	B40HE			CÓDIGO:	STTL-04		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
1	MOTOR DE TRANSMISIÓN	Proporcional la energía para hacer girar al husillo.	Sobrecalentamiento del motor.	SOBRECALENTAMIENTO	Componentes internos sin lubricación.	Daño a los componentes del motor y posible paro de la máquina.	1	5	1	5	Lubricar regularmente e inspeccionar el motor.
			Falla eléctrica en el motor.	DESGASTE	Conexiones sueltas y desgastadas.	El motor se para y pierde potencia.	1	4	2	8	Inspeccionar el sistema eléctrico y reemplazar los componentes desgastados.
2	BASE	Mantener estable y en su lugar al taladro vertical.	Descascarado de la pintura.	CORROSIÓN	Pintura de mala calidad.	Presencia de óxido y pérdida de resistencia estructural.	3	3	1	9	Mantener la máquina seca y limpia.
			Presencia de corrosión.	CORROSIÓN	Recubrimientos de mala calidad y exposición a la humedad.	Reduce la vida útil y la resistencia estructural de este componente.	2	5	1	10	Mantener el área de la máquina libre de humedad y limpia.
3	MESA	Sostener y ajustar el área donde se va a trabajar la pieza.	Taponamiento de los conductos de desagüe.	ADHERENCIAS	Adherencia de residuos en los conductos.	El refrigerante se acumula en la mesa y no baja al depósito.	6	1	1	6	Destapar los conductos y limpiar la máquina después de cada trabajo.
			Cambio de color de la superficie de la mesa.	CORROSIÓN	Descascarado del recubrimiento anticorrosivo.	Exposición a presencia de óxido.	2	3	1	6	Aplicar recubrimientos anticorrosivos para evitar que la mesa se oxide.
4	CREMALLERA	Permitir la subida y bajada de la mesa a través de la columna.	Acumulación de limallas.	ADHERENCIAS	Exceso de grasa y falta de limpieza.	No permite el suave movimiento de la mesa.	2	3	1	6	No colocar grasa en exceso y limpiar los residuos contrarios al lado de la cremallera.
			Rotura de los dientes de la cremallera.	FRACTURA	Sobrecarga en la máquina.	Los mecanismos se atorán al intentar subir o bajar la mesa.	1	4	1	4	No sobrecargar la máquina.
5	COLUMNA	Sostener los diferentes	Deformación de la columna.	DEFORMACIÓN	Sobrecargar la máquina.	La máquina se desalinea y pierde estabilidad.	1	7	1	7	No sobrecargar la máquina y evitar impactos en este componente.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELPER				SERIE:	140114	
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL			MODELO:	B40HE				CÓDIGO:	STTL-04	
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
		componentes de la máquina.	Presencia de óxido en la columna.	CORROSIÓN	Exposición a humedad.	La columna se debilita estructuralmente.	1	5	1	5	Aplicar recubrimientos anticorrosivos en la columna.
6	MANIVELA DE SOPORTE PARA ELEVACIÓN DE LA MESA	Girar los mecanismos para que la mesa pueda moverse hacia arriba o abajo.	La mesa no está fija.	FRACTURA	Rotura de la base del perno de sujeción.	No proporciona estabilidad a la mesa.	2	4	1	8	Reemplazar si este componente está roto.
			La manivela no gira.	GRIETAS	Adherencia de viruta en los mecanismos internos.	Los mecanismos para mover la mesa se atorán.	1	3	1	3	Sopletear esta zona regularmente para retirar las virutas.
7	PALANCA DE DESPLAZAMIENTO DE LA BROCA	Desplazar manualmente de forma vertical la herramienta.	Fisura en la palanca.	FRACTURA	Material de fabricación de baja calidad.	Dificulta el desplazamiento de la broca.	1	2	1	2	Reemplazar la palanca si presenta fallos considerables.
			Palanca fuera de lugar.	DESGASTE	Aislamiento de la rosca en la palanca.	Palanca inestable.	1	2	1	2	Inspeccionar los elementos de ajuste de los componentes de la máquina.
8	PALANCA DE SELECCIÓN DE VELOCIDAD	Permitir la selección de velocidad de giro del husillo.	Palanca suelta.	FRACTURA	Rotura de los elementos de sujeción.	La palanca se encuentra fuera de lugar y no es posible seleccionar adecuadamente la velocidad.	1	2	1	2	Manipular suavemente este componente y reemplazar si presenta daños significativos.
			Giro en banda de la palanca.	DEFORMACIÓN	Aplicación de fuerza excesiva sobre la palanca.	La palanca pierde su funcionalidad.	1	4	1	4	Reemplazar este componente por otro de mejor material.
9	MOTOR ELÉCTRICO	Proporcionar energía al motor de transmisión y bomba.	Sobrecalentamiento del motor.	SOBRECALENTAMIENTO	Mala disipación de calor.	Riesgo de incendio.	2	8	1	16	Mantener una limpieza continua de polvos en los alrededores del motor.
			Falla en el sistema eléctrico.	DESGASTE	Cables desgastados.	Mal funcionamiento del motor.	2	5	1	10	Inspeccionar el estado de las conexiones eléctricas de la máquina.
10	BOMBA REFRIGERANTE	Recircular el líquido refrigerante a la herramienta.	Fallo en el flujo de la bomba.	ADHERENCIAS	Residuos en los conductos.	Mala refrigeración de la herramienta.	4	2	1	8	Limpiar los conductos del refrigerante.
			Fuga de refrigerante de la bomba.	DESGASTE	Desgaste en las juntas.	Se pierde refrigerante.	2	3	1	6	Reemplazar las juntas y verificar el sellado.
11	SOPORTE DE LA MESA	Soportar y ajustar la mesa en diferentes posiciones.	Descascarado de pintura.	CORROSIÓN	Impacto de viruta o golpes accidentales.	Exposición a que el componente se oxide.	2	3	1	6	Realizar el recubrimiento anticorrosivo a las partes que hagan falta.
			Rotura del soporte para hacer girar la mesa.	GRIETAS	Ajuste excesivo del perno para girar la mesa.	Fuga de refrigerante e inestabilidad de la mesa.	1	5	1	5	No ajustar excesivamente los elementos de sujeción.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELPER			SERIE:	140114		
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL			MODELO:	B40HE			CÓDIGO:	STTL-04		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
12	BOTÓN DE PALANCA	Permitir el accionamiento del avance automático.	El botón de palanca no se activa.	DESGASTE	Daño en el mecanismo interno del botón.	No se puede activar el avance automático.	1	1	1	1	Reemplazar el botón que presenta daño.
			Rotura del botón.	FRACTURA	Mala manipulación.	No es posible activar el funcionamiento del botón.	1	2	1	2	Utilizar correctamente el botón.
13	PLACA BASE PARA LA BOMBA REFRIGERANTE	Proporcionar una base de asentamiento para la bomba.	Placa oxidada.	CORROSIÓN	Exposición a la humedad.	Debilitamiento de la placa.	2	3	1	6	Revisar frecuentemente la placa y reemplazar en caso de ser necesario.
			Fuga en la placa base.	DESGASTE	Desgaste de los sellos.	Pérdida de refrigerante y falta de refrigeración a la herramienta.	2	3	1	6	Reemplazar los componentes desgastados.
14	TUBO FLEXIBLE	Conducir el líquido refrigerante hacia la herramienta.	Fuga de refrigerante al inicio del tubo.	FLUENCIA PLÁSTICA	Fluencia plástica al inicio del tubo.	Desprendimiento del tubo.	2	2	1	4	Reemplazar el tubo o cortar la parte dañada.
			Taponamiento del tubo.	ADHERENCIAS	Acumulación de residuos.	Falta de flujo del refrigerante.	5	2	1	10	Limpiar el tubo frecuentemente.
15	CUBETA DE ACEITE	Almacenar el aceite de la máquina.	Fuga de aceite de la cubeta.	DESGASTE	Daño en el sellado.	Perdida de aceite y deficiencia en la lubricación.	1	4	1	4	Reemplazar las juntas desgastadas.
			Fisuras en la cubeta.	GRIETAS	Material de baja calidad.	Fuga del aceite.	1	6	1	6	Reparar o reemplazar el componente.
16	TAPON DE DRENAJE	Drenar el líquido que se encuentra en la cubeta.	Fuga en el tapón de drenaje.	DESGASTE	Desgaste en el sellado del tapón.	Perdida de aceite y deficiencia en la lubricación.	2	4	1	8	Reemplazar el tapón.
			Atasco del tapón.	ADHERENCIAS	Adherencia de residuos al tapón.	No es posible retirar el tapón para el drenaje.	1	3	1	3	Limpiar regularmente el tapón.
17	PALANCA DE DESPLAZAMIENTO	Desplazar la mesa en la dirección deseada.	Atasco de la palanca.	ADHERENCIAS	Acumulación de residuos en el mecanismo de desplazamiento.	La palanca se bloquea al intentar moverla.	2	6	1	12	Limpiar los mecanismos y soplear para retirar residuos.
			Palanca suelta.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Falta de precisión y control.	2	7	1	14	Ajustar los elementos de fijación.
18	INTERRUPTOR DE LA BOMBA	Activar o desactivar el funcionamiento de la bomba.	El interruptor no gira.	FRACTURA	Falla en el mecanismo del interruptor.	No permite encender o apagar la bomba.	2	4	1	8	Reemplazar el interruptor.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELPER			SERIE:	140114			
MÁQUINA/EQUIPO:	TALADRO VERTICAL			MODELO:	B40HE			CÓDIGO:	STTL-04			
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
							F	G	D	IPR		
			La bomba no enciende.	DESGASTE	Cables desgastados o desconectados.	Posible daño en la bomba por falla eléctrica.	2	4	1	8	Inspeccionar y reemplazar los cables desgastados.	
19	BOTÓN DE EMERGENCIA	Detiene por completo la máquina en caso de emergencia.	Rotura de botón.	FRACTURA	Mala manipulación.	Daño del agarre del botón.	6	2	1	12	No golpear para accionar el botón.	
			El botón no se activa.	DESGASTE	Daño en las conexiones eléctricas.	No cumple la función como parada de emergencia.	2	8	1	16	Revisar el estado de las conexiones eléctricas de la máquina.	
20	BOTON DE INICIO	Permitir el encendido del taladro vertical.	EL botón se calienta.	SOBRECALENTAMIENTO	Daño en el sistema eléctrico del botón.	EL botón deja de cumplir su función.	2	4	1	8	Revisar los componentes eléctricos y reemplazar si hace falta.	
			Rotura del botón.	FRACTURA	Exceso de fuerza la presionar el botón.	El botón pierde su funcionalidad.	2	3	1	6	Presionar suavemente el botón.	
							<b>PROMEDIO</b>				6,8	

**Tabla 56:** Análisis de fallos y modos de fallo (AMFE) de la Soldadora TIG CÉBORA.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	CÉBORA			SERIE:	E88597		
MÁQUINA/EQUIPO:	SOLDADORA TIG			MODELO:	WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558			CÓDIGO:	STSD-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
1	PANEL DE ALETAS	Permitir la salida de calor que se genera.	Aletas dobladas en el panel.	DEFORMACIÓN	Impactos externos.	El flujo de aire se reduce.	1	2	2	4	Transportar y manipular la maquina con cuidado.
			Aletas tapadas.	GRIETAS	Adherencia de polvo y pelusas.	No hay flujo de aire.	3	3	2	18	Limpiar las aletas regularmente para evitar la acumulación de suciedad.
2	VENTILADOR	Mantener la temperatura del equipo.	El motor del ventilador suena.	DESGASTE	Desgaste del motor.	Fallo en el enfriamiento del equipo.	1	4	1	4	Reparar o reemplazar el motor del ventilador.
			El ventilador se bloquea.	GRIETAS	Adherencia de residuos como polvo, pelusas y suciedad.	Insuficiente flujo de aire para enfriar el equipo.	2	3	3	18	Limpiar el ventilador y mantenerlo libre de obstrucciones.
3	RADIADOR	Enfriar el sistema de soldadura.	Obstrucción en el radiador.	RESIDUOS	Acumulación de residuos y suciedad.	Aumenta la temperatura del equipo.	2	4	1	8	Inspeccionar y limpiar el radiador.
			Rotura del radiador.	FRACTURA	Material de baja calidad.	Fallo en el enfriamiento del equipo.	1	4	1	4	Inspeccionar y reemplazar si es necesario.
4	PERILLA REGULADORA DE AMPERAJE	Elevar o disminuir el amperaje a gusto del operador.	La perilla no regula el amperaje.	DESGASTE	Conexiones eléctricas sueltas o desgastadas.	Funcionamiento inestable.	1	3	1	3	Inspeccionar que las conexiones se encuentren en buen estado frecuentemente.
			La perilla se encuentra fuera de lugar.	FRACTURA	Los elementos de ajuste se rompieron.	No es posible regular el amperaje.	1	2	1	2	Reemplazar la perilla rota.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	CÉBORA				SERIE:	E88597	
MÁQUINA/EQUIPO:	SOLDADORA TIG			MODELO:	WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558				CÓDIGO:	STSD-01	
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
5	CABLE DE ALIMENTACIÓN	Transmitir la energía a la máquina.	Cable roto.	FRACTURA	Daño en el revestimiento del cable.	Conexión eléctrica con fallas y riesgo de descargas.	1	4	1	4	Inspeccionar el estado de los cables y reemplazarlos en caso de estar rotos.
			Conexiones sueltas en el enchufe.	AJUSTE	Falta de ajuste en la sujeción del cable.	Pérdida de conexión eléctrica.	1	3	1	3	Revisar los ajustes de las conexiones eléctricas.
6	ANTORCHA	Combinar los elementos para la soldadura.	Fisuras en la boquilla.	FRACTURA	Uso prolongado y exposición a altas temperaturas.	EL flujo de gas se distorsiona.	3	2	1	6	Reemplazar la boquilla desgastada.
			El gas se fuga en la antorcha.	AJUSTE	Falta de ajuste en las conexiones.	Desperdicio de gas y baja calidad de la soldadura.	2	2	1	4	Ajustar las conexiones y reemplazar las que se encuentran desgastadas.
7	REGULADOR DE GAS	Controlar la cantidad de gas a utilizar en el proceso de soldadura.	Fugas de gas.	DESGASTE	Desgaste de las juntas.	No se puede mantener la presión adecuada.	1	3	1	3	Revisar que no haya fugas y reemplazar en caso de desgaste.
			Mala regulación del gas.	AJUSTE	Inadecuado ajuste del regulador.	Inconsistencias en la soldadura.	1	1	1	1	Regular frecuentemente la salida de gas.
8	SOPORTE DE MANGO	Permitir sostener la máquina para su transportación.	Soporte fuera de lugar.	AJUSTE	Falta de ajuste en elementos de sujeción.	Posible caída del equipo al momento de transportar.	2	4	1	8	Ajustar los elementos de sujeción.
			Rotura de la base de sujeción.	FRACTURA	Ajuste excesivo en los pernos de sujeción.	Soporte inestable.	1	4	1	4	Reemplazar el componente si se encuentra roto.
9	INTERRUPTOR	Abrir y cerrar el paso de energía a la máquina.	El interruptor no activa la máquina.	DESGASTE	Desgaste o daño en los componentes eléctricos del interruptor.	No es posible encender el equipo.	1	4	1	4	Inspeccionar y reemplazar en caso de daño.
			El interruptor se calienta.	SOBRECALENTAMIENTO	Contactos sulfatados.	Posible daño al equipo.	2	4	1	8	Inspeccionar y cambiar el componente si lo amerita.
10	VÁLVULA SOLENOIDE	Controlar el flujo del gas de protección.	Taponamiento de la válvula.	ADHERENCIAS	Acumulación de suciedad en la válvula.	Flujo deficiente de gas.	2	3	1	6	Limpiar la válvula y mantener libre de obstrucciones.
			La válvula no funciona.	FRACTURA	Cable de conexión roto.	No hay flujo de gas.	1	3	1	3	Reemplazar el cable roto e inspeccionar regularmente.
11	PANEL LATERAL	Cubrir el interior de la soldadora.	Descascarado de pintura.	CORROSIÓN	Golpes o impactos externos.	Compromete la integridad estructural y mala apariencia estética.	2	2	1	4	Evitar golpes en el equipo.

ELABORADO POR:	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	CÉBORA				SERIE:	E88597	
MÁQUINA/EQUIPO:	SOLDADORA TIG			MODELO:	WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558				CÓDIGO:	STSD-01	
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
			Panel fuera de lugar.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Exposición de los componentes internos.	1	3	1	3	Ajustar los elementos de sujeción.
12	MARCO	Sostener los componentes de la soldadora	Deformación del marco.	DEFORMACIÓN	Exceso de carga o impactos externos.	Mala estabilidad del equipo.	1	4	1	4	Manipular el equipo con cuidado.
			Componentes sueltos.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Posibles daños internos en la soldadora.	1	5	1	5	Revisar el ajuste de los componentes internos.
13	TRANSFORMADOR	Convertir la corriente eléctrica.	Sobrecalentamiento del transformador.	SOBRECALENTAMIENTO	Falla en el sistema de enfriamiento.	Posible daño en el transformador.	1	6	1	6	Operar el equipo dentro de las capacidades de carga especificadas.
			Falla en el aislamiento del transformador.	DESGASTE	Vida útil del material.	Riesgo de descarga eléctrica.	1	5	2	10	Inspeccionar el aislamiento y si se detectan fallas reemplazar.
14	SOPORTE DEL VENTILADOR	Sostener el ventilador dentro de la soldadora.	Deformación del soporte.	DEFORMACIÓN	Mal diseño o impactos externos.	Desalineación del ventilador.	1	3	2	6	Reforzar el soporte.
			Vibración del soporte.	VIBRACIÓN	Falta de ajuste del soporte.	Ventilador inestable.	1	2	2	4	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción internos y externos del equipo.
15	CIRCUITO DE FILTRO	Eliminar las interferencias eléctricas no deseadas.	Cables desgastados.	DESGASTE	Uso prolongado y exposición a altas temperaturas.	Interferencias eléctricas.	1	4	2	8	Revisar el estado del cableado eléctrico y reemplazar aquellos que se encuentren dañados.
			Cables sueltos.	AJUSTE	Falta de ajuste en los elementos de sujeción.	Interferencias en la señal.	1	2	2	4	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción internos y externos del equipo.
16	TAPA	Cubrir el acceso a los componentes de la soldadora.	Tapa fuera de lugar.	AJUSTE	Tornillos mal ajustados.	Inestabilidad de la tapa.	1	1	1	1	Ajustar los tornillos de la tapa.
			Presencia de óxido en la tapa.	CORROSIÓN	Golpes externos en la tapa.	Compromete los componentes internos del equipo.	1	2	1	2	Evitar golpes en el equipo y aplicar recubrimiento anticorrosivo en las áreas donde lo requiera.
17	PANEL FRONTAL	Mostrar ajustes y parámetros de la soldadora.	El panel no enciende.	DESGASTE	Daño electrónico en el panel.	No se puede establecer los parámetros para el proceso de soldadura.	1	5	1	5	Inspeccionar y reemplazar el panel en caso de ser necesario.
			Rotura del panel.	FRACTURA	Golpe externo.	No se puede establecer los parámetros para el proceso de soldadura.	1	5	1	5	Reemplazar el panel.

<b>ELABORADO POR:</b>	VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	CÉBORA			<b>SERIE:</b>	E88597		
<b>MÁQUINA/EQUIPO:</b>	SOLDADORA TIG			<b>MODELO:</b>	WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558			<b>CÓDIGO:</b>	STSD-01		
N°	COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLO	MODO DE FALLO	CAUSA RAÍZ	EFECTO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
							F	G	D	IPR	
18	MANDO	Permitir el ajuste de los distintos procesos de la soldadora.	Mal funcionamiento del mando.	DESGASTE	Desgaste interno.	Selección incorrecta de los parámetros.	1	6	1	6	Inspeccionar y reemplazar el mando.
			El botón en el mando no funciona.	DESGASTE	Falla electrónica del botón.	Impide la selección de parámetros.	1	6	1	6	Reemplazar el componente.
19	MANGUERA DEL GAS	Conducir el gas protector a la boquilla.	Rotura de la manguera.	FRACTURA	Uso prolongado.	Fuga de gas.	2	3	2	12	Reemplazar la manguera del gas.
			Fuga de gas en la boca de la manguera.	AJUSTE	Falta de ajuste en la sujeción de la manguera.	Fuga de gas.	2	4	2	16	Ajustar la abrazadera de la manguera.
20	INDUCTOR	Permitir un arco eléctrico controlado y una soldadura precisa.	Sobrecalentamiento del inductor.	SOBRECALENTAMIENTO	Enfriamiento deficiente.	Funcionamiento deficiente.	1	4	2	8	Mantener el sistema de enfriamiento adecuado.
			Falla en el bobinado del inductor.	DESGASTE	Envejecimiento del material.	Pérdida de potencia.	1	2	4	8	Reemplazar el inductor si se presentan fallas.
<b>PROMEDIO</b>							5,95				

### **3.1.8.1 Análisis de criticidad de las máquinas de la empresa “SERVITORNO”.**

Para la elaboración de la matriz de criticidad tomaremos como referencia el principio de Pareto mencionado anteriormente para determinar si el componente es crítico, semi-crítico y no crítico en las máquinas de la empresa “SERVITORNO”, por lo que el valor promedio de criticidad se categorizó con el 20% de variación para cada una de las máquinas.

**Tabla 57:** Análisis de criticidad del Torno convencional JET.

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	JET	SERIE:	1450475
MÁQUINA/ EQUIPO:		TORNO CONVENCIONAL			MODELO:	465-GHB1440A	CÓDIGO:	STTR-01
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
BANCADA	4	4	1	1	1	18	18	CRÍTICO
PALANCA DE AJUSTE DEL PORTAHERRAMIENTAS	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
CARRO LONGITUDINAL	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
CARRO TRANSVERSAL	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
POSTE DE HERRAMIENTA DE CUATRO VÍAS	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
BOMBA DE LA TALADRINA	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
MANDRIL	10	2	1	1	1	22	22	CRÍTICO
CONTRAPUNTO	1	4	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
PROTECTOR CONTRA SALPICADURAS	1	4	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
TORNILLO DE AVANCE DEL CARRO TRANSVERSAL	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
VOLANTE DEL CARRO LONGITUDINAL	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
VOLANTE DEL CARRO TRANSVERSAL	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
VOLANTE DEL CONTRAPUNTO	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO

<b>ELABORADO POR:</b>		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	JET	<b>SERIE:</b>	1450475
<b>MÁQUINA/ EQUIPO:</b>		TORNO CONVENCIONAL			<b>MODELO:</b>	465-GHB1440A	<b>CÓDIGO:</b>	STTR-01
<b>COMPONENTES</b>	<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FLEXIBILIDAD</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>IMPACTO SAH</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
PANEL DEL CONTROL	4	4	1	1	1	18	18	CRÍTICO
LÁMPARA DE ILUMUNACIÓN	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
PEDAL DE FRENO	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
UÑAS DEL MANDRIL	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
GUÍAS DEL CARRO	4	4	1	1	1	18	18	CRÍTICO
BANDEJA DE ACEITE	2	1	1	2	1	5	5	NO CRÍTICO
TORNILLO DE AVANCE DEL CARRO PRINCIPAL	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
<b>PROMEDIO</b>							14,65	
Mayor o igual que:							17,58	CRÍTICO
Mayor que:					11,72	y menor que:	17,58	SEMI-CRITICO
Menor que:							11,72	NO CRÍTICO

**Tabla 58:** Análisis de criticidad de la tronzadora de Sierra cinta RONGFU.

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	RONGFU	SERIE:	6700390
MÁQUINA/ EQUIPO:		TRONZADORA DE SIERRA CINTA			MODELO:	RF-712N	CÓDIGO:	STCT-01
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
POLEAS	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
MORDAZAS	6	1	1	1	1	8	8	NO CRÍTICO
CILINDRO HIDRÁULICO	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
VOLANTE DE AJUSTE DE LAS MORDAZAS	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
FILTRO DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
BOMBA DE REFRIGERACIÓN	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
BANDA	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
MOTOR ELÉCTRICO	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
PERILLA PARA TEMPLAR LA SIERRA	4	2	1	1	1	10	10	NO CRÍTICO
INTERRUPTOR DE PALANCA	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
MESA	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
TOPE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
VARILLA DE TOPE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
BANDEJA DE REFRIGERANTE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	RONGFU	SERIE:	6700390
MÁQUINA/ EQUIPO:		TRONZADORA DE SIERRA CINTA			MODELO:	RF-712N	CÓDIGO:	STCT-01
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
SOPORTE DE PIVOTE	6	2	1	1	1	14	14	SEMI-CRÍTICO
VARILLA DE SOPORTE	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
PLACA DE SOPORTE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
TAPA DE ENGRANAJES	6	1	1	1	1	8	8	NO CRÍTICO
DEPÓSITO DEL REFRIGERANTE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
CUBIERTA TRASERA DE LA HOJA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
						<b>PROMEDIO</b>	11,6	
						Mayor o igual que:	13,92	CRÍTICO
Mayor que:					9,28	y menor que:	13,92	SEMI-CRITICO
						Menor que:	9,28	NO CRÍTICO

**Tabla 59:** Análisis de criticidad del Taladro fresador AL-HAWK

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	AL-HAWK	SERIE:	1301007
MÁQUINA/ EQUIPO:		TALADRO FRESADOR			MODELO:	ZX40A	CÓDIGO:	STTL-01
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
COLUMNA CUADRADA	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
BASE	6	2	1	1	1	14	14	SEMI-CRÍTICO
RUEDA DE AVANCE MESA LONGITUDINAL	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
MESA	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
MANIJA DE BLOQUEO	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
MOTOR ELÉCTRICO	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
INTERRUPTOR DE LA MÁQUINA	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
PALANCA DE VELOCIDAD	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
SEGURO DE LA MANGA	6	2	1	1	1	14	14	SEMI-CRÍTICO
SOPORTE DEL CUERPO	4	4	1	1	1	18	18	CRÍTICO
TOPE	1	4	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
TORNILLO DE HOJA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
RUEDA DE AVANCE MANUAL DE LA HERRAMIENTA	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO

<b>ELABORADO POR:</b>		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	AL-HAWK	<b>SERIE:</b>	1301007
<b>MÁQUINA/ EQUIPO:</b>		TALADRO FRESADOR			<b>MODELO:</b>	ZX40A	<b>CÓDIGO:</b>	STTL-01
<b>COMPONENTES</b>	<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FLEXIBILIDAD</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>IMPACTO SAH</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
MANGO DE PERFORACIÓN	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
RUEDA DE AVANCE HORIZONTAL DE LA MESA	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
CREMALLERA	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
TAPA DE COLUMNA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
PANEL DE PROTECCIÓN	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
MANIVELA DEL CABEZAL	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
HUSILLO	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
						<b>PROMEDIO</b>	15,05	
						Mayor o igual que:	18,06	CRÍTICO
Mayor que:					12,04	y menor que:	18,06	SEMI-CRITICO
						Menor que:	12,04	NO CRÍTICO

**Tabla 60:** Análisis de criticidad del Taladro fresador BELFLEX.

<b>ELABORADO POR:</b>		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	BELFLEX	<b>SERIE:</b>	605023
<b>MÁQUINA/ EQUIPO:</b>		TALADRO FRESADOR			<b>MODELO:</b>	BF-7032-FG	<b>CÓDIGO:</b>	STTL-02
<b>COMPONENTES</b>	<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FLEXIBILIDAD</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>IMPACTO SAH</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
EMPUÑADURA DE AVANCE DE LA HERRAMIENTA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
PANTALLA PARA CORTE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
RUEDA DE AVANCE LONGITUDINAL DE LA MESA	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
PARADA DE RECORRIDO	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
TOPE DE PROFUNDIDAD	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
PALANCA DE VELOCIDAD	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
CUBIERTA PORTABROCAS	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
COLUMNA	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
CABEZAL EMPUÑADURA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
RUEDA DE MICROAVANCE VERTICAL	1	4	1	1	2	6	12	SEMI-CRÍTICO
TOPE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	BELFLEX	SERIE:	605023
MÁQUINA/ EQUIPO:		TALADRO FRESADOR			MODELO:	BF-7032-FG	CÓDIGO:	STTL-02
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
INDICADOR DE PROFUNDIDAD DE PERFORACIÓN	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
VOLANTE DE ELEVACIÓN	4	4	1	1	1	18	18	CRÍTICO
GUÍA DE LA MESA	4	4	1	1	1	18	18	CRÍTICO
BOTÓN DE EMERGENCIA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
HUSILLO	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
CUBIERTA DE PROTECCIÓN DE LA MÁQUINA	1	2	1	1	2	4	8	NO CRÍTICO
RUEDA DE AVANCE MESA HORIZONTAL	4	1	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
MESA	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
MANGUERA DE LÍQUIDO REFRIGERANTE	1	1	1	1	2	3	6	NO CRÍTICO
						<b>PROMEDIO</b>	12,7	
						Mayor o igual que:	15,24	CRÍTICO
Mayor que:	10,16					y menor que:	15,24	SEMI-CRÍTICO
						Menor que:	10,16	NO CRÍTICO

**Tabla 61:** Análisis de criticidad del Taladro vertical HELLER.

<b>ELABORADO POR:</b>		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	HELLER	<b>SERIE:</b>	E205400
<b>MÁQUINA/ EQUIPO:</b>		TALADRO VERTICAL			<b>MODELO:</b>	B32IE	<b>CÓDIGO:</b>	STTL-03
<b>COMPONENTES</b>	<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FLEXIBILIDAD</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>IMPACTO SAH</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
BASE	6	2	1	1	1	14	14	SEMI-CRÍTICO
MESA DE TRABAJO	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
COLUMNA	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
MANIVELA DE SOPORTE PARA ELEVACIÓN	6	1	1	1	1	8	8	NO CRÍTICO
MECANISMO DE SUBIDA Y BAJADA DE LA MESA	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
SOPORTE DE LA MESA DE TRABAJO	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
BOTÓN DE PALANCA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
BOTON DE INICIO	10	2	1	1	1	22	22	CRÍTICO
BOTÓN DE PARADA DE EMERGENCIA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
MOTOR DE BOMBA	2	2	1	1	2	6	12	SEMI-CRÍTICO
LÁMPARA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
BOTON DE PARADA	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
TAPA DEL DEPOSITO DE REFRIGERANTE	1	1	1	1	2	3	6	NO CRÍTICO

<b>ELABORADO POR:</b>		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	HELLER	<b>SERIE:</b>	E205400
<b>MÁQUINA/ EQUIPO:</b>		TALADRO VERTICAL			<b>MODELO:</b>	B32IE	<b>CÓDIGO:</b>	STTL-03
<b>COMPONENTES</b>	<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FLEXIBILIDAD</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>IMPACTO SAH</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
PALANCA DE GIRO	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
PERNO DE DOBLE PUNTA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
PALANCA DE BLOQUEO DEL SOPORTE DE LA MESA	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
POMO ESTRIADO	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
TORNILLO A ESCALA	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
MECANISMO DE ELEVACIÓN DE LA CAJA DEL HUSILLO	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
CUBIERTA DE LA CAJA DEL HUSILLO	1	4	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
						<b>PROMEDIO</b>	12,45	
						Mayor o igual que:	14,94	CRÍTICO
Mayor que:					9,96	y menor que:	14,94	SEMI-CRITICO
						Menor que:	9,96	NO CRÍTICO

**Tabla 62:** Análisis de criticidad del Taladro vertical HELFER.

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELPER	SERIE:	140114
MÁQUINA/ EQUIPO:		TALADRO VERTICAL			MODELO:	B40HE	CÓDIGO:	STTL-04
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
MOTOR DE TRANSMISIÓN	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
BASE	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
MESA	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
CREMALLERA	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
COLUMNA	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
MANIVELA DE SOPORTE PARA ELEVACIÓN DE LA MESA	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
PALANCA DE DESPLAZAMIENTO DE LA BROCA	2	1	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO
PALANCA DE SELECCIÓN DE VELOCIDAD	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
MOTOR ELÉCTRICO	10	2	1	1	2	22	44	CRÍTICO
BOMBA REFRIGERANTE	2	2	1	1	1	6	6	NO CRÍTICO
SOPORTE DE LA MESA	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
BOTÓN DE PALANCA	1	2	1	1	1	4	4	NO CRÍTICO

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	HELPER	SERIE:	140114
MÁQUINA/ EQUIPO:		TALADRO VERTICAL			MODELO:	B40HE	CÓDIGO:	STTL-04
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
PLACA BASE PARA LA BOMBA REFRIGERANTE	1	1	1	2	1	4	4	NO CRÍTICO
TUBO FLEXIBLE	2	1	1	1	2	4	8	NO CRÍTICO
CUBETA DE ACEITE	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
TAPON DE DRENAJE	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
PALANCA DE DESPLAZAMIENTO	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
INTERRUPTOR DE LA BOMBA	4	4	1	1	1	18	18	CRÍTICO
BOTÓN DE EMERGENCIA	2	4	1	1	1	10	10	NO CRÍTICO
BOTON DE INICIO	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
						<b>PROMEDIO</b>	17,65	
						Mayor o igual que:	21,18	CRÍTICO
Mayor que:					14,12	y menor que:	21,18	SEMI-CRITICO
						Menor que:	14,12	NO CRÍTICO

**Tabla 63:** Análisis de criticidad de la Soldadora TIG CÉBORA.

ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			MARCA:	CÉBORA	SERIE:	E88597
MÁQUINA/ EQUIPO:		SOLDADORA TIG			MODELO:	WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558	CÓDIGO:	STSD-01
COMPONENTES	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD	COSTOS DE MANTENIMIENTO	IMPACTO SAH	FRECUENCIA DE FALLA	CONSECUENCIA	CRITICIDAD	JERARQUIZACIÓN
PANEL DE ALETAS	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
VENTILADOR	6	4	1	1	1	26	26	CRÍTICO
RADIADOR	6	1	1	1	1	8	8	NO CRÍTICO
PERILLA REGULADORA DE AMPERAJE	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
CABLE DE ALIMENTACIÓN	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
ANTORCHA	10	1	1	1	1	12	12	SEMI-CRÍTICO
REGULADOR DE GAS	6	2	1	1	1	14	14	SEMI-CRÍTICO
SOPORTE DE MANGO	6	1	1	1	1	8	8	NO CRÍTICO
INTERRUPTOR	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
VÁLVULA SOLENOIDE	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
PANEL LATERAL	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
MARCO	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
TRANSFORMADOR	6	1	1	1	1	8	8	NO CRÍTICO
SOPORTE DEL VENTILADOR	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO

<b>ELABORADO POR:</b>		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR			<b>MARCA:</b>	CÉBORA	<b>SERIE:</b>	E88597
<b>MÁQUINA/ EQUIPO:</b>		SOLDADORA TIG			<b>MODELO:</b>	WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558	<b>CÓDIGO:</b>	STSD-01
<b>COMPONENTES</b>	<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FLEXIBILIDAD</b>	<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO</b>	<b>IMPACTO SAH</b>	<b>FRECUENCIA DE FALLA</b>	<b>CONSECUENCIA</b>	<b>CRITICIDAD</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
CIRCUITO DE FILTRO	6	1	1	1	1	8	8	NO CRÍTICO
TAPA	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
PANEL FRONTAL	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
MANDO	10	4	1	1	1	42	42	CRÍTICO
MANGUERA DEL GAS	10	1	1	1	2	12	24	CRÍTICO
INDUCTOR	1	1	1	1	1	3	3	NO CRÍTICO
<b>PROMEDIO</b>							17,4	
Mayor o igual que:							20,88	CRÍTICO
Mayor que:					13,92	y menor que:	20,88	SEMI-CRITICO
Menor que:							13,92	NO CRÍTICO

De acuerdo con el análisis de criticidad realizado en las tablas anteriores a continuación se muestra un resumen en tablas con los elementos más críticos de cada máquina.

**Tabla 64:** Resumen de componentes críticos del Torno convencional JET.

<b>MÁQUINA</b>	<b>TORNO CONVENCIONAL JET</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
BANCADA	CRÍTICO
CARRO LONGITUDINAL	CRÍTICO
CARRO TRANSVERSAL	CRÍTICO
POSTE DE HERRAMIENTA DE CUATRO VÍAS	CRÍTICO
MANDRIL	CRÍTICO
PANEL DEL CONTROL	CRÍTICO
GUÍAS DEL CARRO	CRÍTICO
TORNILLO DE AVANCE DEL CARRO PRINCIPAL	CRÍTICO

**Tabla 65:** Resumen de componentes críticos de la Tronzadora de sierra cinta RONGFU.

<b>MÁQUINA</b>	<b>TRONZADORA DE SIERRA CINTA RONGFU</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
POLEAS	CRÍTICO
MOTOR ELÉCTRICO	CRÍTICO
MESA	CRÍTICO

**Tabla 66:** Resumen de componentes críticos del Taladro fresador AL-HAWK.

<b>MÁQUINA</b>	TALADRO FRESADOR AL-HAWK
<b>COMPONENTE</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
COLUMNA CUADRADA	CRÍTICO
MESA	CRÍTICO
MOTOR ELÉCTRICO	CRÍTICO
SOPORTE DEL CUERPO	CRÍTICO
CREMALLERA	CRÍTICO
HUSILLO	CRÍTICO

**Tabla 67:** Resumen de componentes críticos del Taladro fresador BELFLEX.

<b>MÁQUINA</b>	TALADRO FRESADOR BELFLEX
<b>COMPONENTE</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
CUBIERTA PORTABROCAS	CRÍTICO
COLUMNA	CRÍTICO
VOLANTE DE ELEVACIÓN	CRÍTICO
GUÍA DE LA MESA	CRÍTICO
HUSILLO	CRÍTICO
MESA	CRÍTICO

**Tabla 68:** Resumen de componentes críticos del Taladro vertical HELLER.

<b>MÁQUINA</b>	TALADRO VERTICAL HELLER
<b>COMPONENTE</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
MESA DE TRABAJO	CRÍTICO
COLUMNA	CRÍTICO
MECANISMO DE SUBIDA Y BAJADA DE LA MESA	CRÍTICO
BOTON DE INICIO	CRÍTICO
MECANISMO DE ELEVACIÓN DE LA CAJA DEL HUSILLO	CRÍTICO

**Tabla 69:** Resumen de componentes críticos del Taladro vertical HELFER.

<b>MÁQUINA</b>	TALADRO VERTICAL HELFER
<b>COMPONENTE</b>	<b>JERARQUIZACIÓN</b>
BASE	CRÍTICO
MESA	CRÍTICO
CREMALLERA	CRÍTICO
COLUMNA	CRÍTICO
MOTOR ELÉCTRICO	CRÍTICO
CUBETA DE ACEITE	CRÍTICO
INTERRUPTOR DE LA BOMBA	CRÍTICO
BOTON DE INICIO	CRÍTICO

**Tabla 70:** Resumen de componentes críticos de la Soldadora TIG CÉBORA.

MÁQUINA	SOLDADORA TIG CÉBORA
COMPONENTE	JERARQUIZACIÓN
VENTILADOR	CRÍTICO
CABLE DE ALIMENTACIÓN	CRÍTICO
INTERRUPTOR	CRÍTICO
VÁLVULA SOLENOIDE	CRÍTICO
PANEL FRONTAL	CRÍTICO
MANDO	CRÍTICO
MANGUERA DEL GAS	CRÍTICO

### 3.1.9 Bitácoras de mantenimiento de las máquinas de la empresa “SERVITORNO”.

En las bitácoras de mantenimiento correspondientes a cada máquina que se presentan de la Tabla 72 a la Tabla 78 se utilizó un código de colores para detallar la frecuencia con la que se debe realizar las actividades de mantenimiento durante un año calendario, este código se lo puede apreciar detalladamente en la Tabla 71.

**Tabla 71:** Frecuencias de mantenimiento para la bitácora.

COLOR	FRECUENCIA
Amarelo	Diario
Azul	Semanal
Rojo	Mensual
Gris	Trimestral
Verde	Semestral
Púrpura	Anual





BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR								MARCA:				JET								SERIE:				1450475																							
MÁQUINA/ EQUIPO		TORNO CONVENCIONAL								MODELO:				465-GHB1440A								CÓDIGO:				STTR-01																							
N°	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				
33	Inspeccionar el estado de la superficie de las uñas.																																																
34	Revisar el estado de las uñas.																																																
35	Limpiar la máquina después de cada trabajo.																																																
36	Lubricar las guías del carro.																																																
37	Inspeccionar el estado estructural de la bandeja.																																																
38	Limpiar la bandeja.																																																
39	Limpiar y lubricar el tornillo de avance del carro principal.																																																
40	Inspeccionar el tornillo de avance del carro principal.																																																

**Tabla 73:** Bitácora de mantenimiento de la Tronzadora de sierra cinta RONGFU.

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR								MARCA:		RONGFU								SERIE:		6700390																											
MÁQUINA/ EQUIPO		TRONZADORA DE SIERRA CINTA								MODELO:		RF-712N								CÓDIGO:		STCT-01																											
N°	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	Revisar la alineación de las poleas.	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■			
2	Limpiar las poleas.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
3	Lubricar y limpiar los mecanismos de avance de las mordazas.		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■						
4	Revisar el estado de las mordazas.	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■							
5	Inspeccionar el estado físico y de funcionamiento de la válvulas del cilindro hidráulico.			■								■								■								■								■													
6	Inspeccionar que los elementos de sujeción de la rueda de ajuste de las mordazas estén ajustados.	■								■								■								■								■															
7	Limpiar el filtro del sistema de refrigeración.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
8	Limpiar la bomba del refrigerante.		■				■				■				■				■				■				■				■				■				■										
9	Verificar el correcto funcionamiento del interruptor de la bomba de refrigeración.			■								■								■								■								■													
10	Inspeccionar que el estado y tensión de la banda.											■								■								■								■													
11	Inspeccionar externa e internamente el motor.			■																■																													
12	Revisar el estado de los componentes mecánicos del motor eléctrico.															■																				■													
13	Inspeccionar el estado de la rosca tanto de la perilla como del soporte.			■				■				■				■				■				■				■				■				■				■									
14	Inspeccionar el estado de las conexiones eléctricas.			■																				■																									





BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR												MARCA:				AL-HAWK								SERIE:				1301007																			
MÁQUINA/ EQUIPO		TALADRO FRESADOR												MODELO:				ZX40A								CÓDIGO:				STTL-01																			
N°	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				
14	Revisar en lo posible el estado de los mecanismos internos de la rueda de avance manual de la herramienta.																																																
15	Limpiar interna y externamente los componentes de la rueda de avance manual de la herramienta.																																																
16	Revisar el estado del mango de perforación.																																																
17	Revisar el estado de la rosca del mango de perforación.																																																
18	Limpiar los residuos que se introducen en los espacios entre la rueda y la estructura de la mesa.																																																
19	Limpiar la superficie de la rueda de avance.																																																
20	Limpiar la grasa y los residuos que se adhieren a la cremallera y revisar el estado de los dientes de la cremallera.																																																
21	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción de la tapa de la columna.																																																
22	Limpiar el panel.																																																
23	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del panel.																																																
24	Lubricar y revisar los elementos de sujeción de la manivela del cabezal.																																																
25	Limpiar y lubricar los rodamientos del husillo.																																																





BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR												MARCA:		BELFLEX								SERIE:		605023																							
MÁQUINA/ EQUIPO		TALADRO FRESADOR												MODELO:		BF-7032-FG								CÓDIGO:		STTL-02																							
N°	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				
26	Retirar los residuos que se acumulan en el interior de la manguera.																																																

Tabla 76: Bitácora de mantenimiento del Taladro fresador HELLER.

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR												MARCA:		HELLER								SERIE:		E205400																							
MÁQUINA/ EQUIPO		TALADRO VERTICAL												MODELO:		B32IE								CÓDIGO:		STTL-03																							
N°	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	Limpiar la superficie de la máquina.																																																
2	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción de la mesa.																																																
3	Limpiar el filtro del desagüe de la mesa.																																																
4	Limpiar e inspeccionar el estado de la columna.																																																
5	Revisar que los componentes de sujeción de la manivela de soporte para elevación estén ajustados.																																																
6	Limpiar los residuos adheridos a la manivela de soporte para elevación.																																																
7	Limpiar y lubricar los mecanismos de subida y bajada de la mesa.																																																
8	Aplicar recubrimiento anticorrosivo en partes afectadas de la máquina.																																																
9	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del soporte de la mesa de trabajo.																																																



BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR								MARCA:				HELLER								SERIE:				E205400																							
MÁQUINA/ EQUIPO		TALADRO VERTICAL								MODELO:				B32IE								CÓDIGO:				STTL-03																							
N°	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				
26	Verificar que el estado de la rosca del perno doble punta se encuentre en buen estado.																																																
27	Revisar que el perno de doble punta no presente fisuras.																																																
28	Verificar que los elementos de sujeción de la palanca de bloqueo del soporte de la mesa estén ajustados.																																																
29	Revisar el estado de la rosca de los pernos de sujeción de la palanca de bloqueo del soporte de la mesa.																																																
30	Revisar que el pomo estriado se encuentre ajustado.																																																
31	Limpiar y lubricar el tornillo a escala.																																																
32	Limpiar y lubricar el mecanismo de elevación de la caja del husillo.																																																
33	Verificar que los elementos de sujeción de la cubierta de la caja del husillo estén ajustados.																																																



BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR								MARCA:				HELPER								SERIE:				140114																							
MÁQUINA/ EQUIPO		TALADRO VERTICAL								MODELO:				B40HE								CÓDIGO:				STTL-04																							
N°	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				
13	Revisar que los elementos de sujeción de la palanca de desplazamiento de la broca estén ajustados.																																																
14	Revisar que los elementos de sujeción de la palanca de selección de velocidad estén ajustados.																																																
15	Inspeccionar que el tubo de lubricación no presente irregularidades.																																																
16	Limpiar los conductos de entrada y salida de la bomba refrigerante.																																																
17	Verificar el estado de las juntas de la bomba refrigerante.																																																
18	Inspeccionar el estado estructural del soporte de la mesa.																																																
19	Revisar las conexiones eléctricas del botón de palanca.																																																
20	Verificar que el botón no presente fisuras.																																																
21	Verificar que la placa base para la bomba refrigerante no tenga sus sellos desgastados.																																																
22	Revisar el estado del tubo flexible.																																																
23	Limpiar los residuos acumulados dentro del tubo flexible.																																																
24	Inspeccionar que en las juntas de la cubeta de aceite no se presenten fugas.																																																
25	Realizar una inspección visual en la superficie de la cubeta de aceite.																																																



**Tabla 78:** Bitácora de mantenimiento de la Soldadora TIG CÉBORA.

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR								MARCA:		CÉBORA								SERIE:		E88597																											
MÁQUINA/ EQUIPO		SOLDADORA TIG								MODELO:		WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558								CÓDIGO:		STSD-01																											
N°	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	Revisar el estado del panel de aletas.																																																
2	Limpia y retirar impurezas acumuladas en el panel de aletas.																																																
3	Inspeccionar el estado del ventilador.																																																
4	Limpia y retirar todo tipo de residuos en el interior de la soldadora.																																																
5	Limpia la superficie del radiador.																																																
6	Inspeccionar y detectar posibles irregularidades en el radiador.																																																
7	Verificar el funcionamiento y ajuste de la perilla reuladora de amperaje.																																																
8	Revisar el estado del cable de alimentación y detectar posibles roturas.																																																
9	Inséccionar que las conexiones del enchufe esten aseguradas.																																																
10	Inspeccionar que la antorcha no presente fisuras.																																																
11	Ajustar las conexiones de la antorcha.																																																
12	Revisar que el regulador de gas este funcionando adecuadamente.																																																
13	Regular la salida de gas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.																																																
14	Revisar que los elementos de sujeción del soporte de mango esten ajustados.																																																
15	Verificar el funcionamiento del interruptor.																																																

BITÁCORA DE MANTENIMIENTO																																																	
ELABORADO POR:		VILLACÍS MARTÍNEZ ROBERTO WLADIMIR								MARCA:				CÉBORA								SERIE:				E88597																							
MÁQUINA/ EQUIPO		SOLDADORA TIG								MODELO:				WIN TIG AC-DC 180/M Art. 558								CÓDIGO:				STSD-01																							
N°	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				
16	Inspeccionar la conexiones eléctricas del interruptor.																																																
17	Limpiar la válvula solenoide.																																																
18	Inspeccionar las conexiones de la válvula solenoide.																																																
19	Aplicar un recubrimiento de pintura anticorrosiva en zonas afectadas de la máquina.																																																
20	Verificar el ajuste de los elementos de sujeción del panel lateral.																																																
21	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del marco.																																																
22	Inspeccionar el estado del transformador.																																																
23	Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del soporte del ventilador.																																																
24	Inspeccionar que las conexiones del circuito de filtro se encuentren en su lugar.																																																
25	Revisar que los tornillos de la tapa esten ajustados.																																																
26	Inspeccionar las conexiones del panel frontal.																																																
27	Revisar que el panel frontal no presente fisuras.																																																
28	Verificar que todas las funciones del mando esten actuando.																																																
29	Inspeccionar el estado de la manguera del gas en toda su longitud.																																																
30	Limpiar el sistema de enfriamiento del inductor.																																																
31	Inspeccionar el estado del inductor.																																																



### 3.1.10 Gama de mantenimiento

En la Gama de mantenimiento que se encuentra a continuación (Tabla 79) se detalla las actividades a realizar para el mes de marzo en el Torno convencional JET de acuerdo con el estudio realizado en este proyecto.

**Tabla 79:** Gama de mantenimiento mes de marzo para el Torno convencional JET.

<b>GAMA DE MANTENIMIENTO MAQUINARIA - SERVITORNO</b>			
<b>Máquina/Equipo:</b>	TORNO CONVENCIONAL	<b>Serie:</b>	1450475
<b>Marca:</b>	JET	<b>Código:</b>	STTR-01
<b>Modelo:</b>	465-GHB1440A	<b>Mes:</b>	<b>MARZO</b>
<b>Actividad</b>			<b>Frecuencia</b>
Limpiar la máquina después de cada trabajo.			DIARIO
Inspeccionar los elementos de ajuste de la cama.			MENSUAL
Revisar el ajuste de la palanca del portaherramientas.			DIARIO
Revisar el ajuste de la palanca del portaherramientas.			DIARIO
Lubricar los componentes móviles.			SEMANTAL
Limpiar y lubricar los componentes móviles del carro transversal.			SEMANTAL
Limpiar la máquina después de cada trabajo.			DIARIO
Revisar el ajuste de los pernos de sujeción del poste de herramientas de cuatro vías.			DIARIO
Revisar el ajuste de la palanca del portaherramientas.			DIARIO
Limpiar el filtro de la bomba.			SEMANTAL
Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del mandril.			TRIMESTRAL
Limpiar el sistema de avance de las muelas mandril.			SEMANTAL
Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del contrapunto.			TRIMESTRAL
Limpiar los mecanismos de desplazamiento.			DIARIO
Inspeccionar visualmente el estado del protector contra salpicaduras.			SEMANTAL
Limpiar el protector contra salpicaduras.			SEMANTAL
Lubricar los componentes de soporte del tornillo de avance del carro transversal.			MENSUAL
Limpiar el tornillo de avance del carro transversal.			MENSUAL
Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del volante del carro longitudinal.			TRIMESTRAL
Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del volante del carro longitudinal.			TRIMESTRAL
Revisar el ajuste de los elementos de sujeción del volante del carro longitudinal.			TRIMESTRAL
Inspeccionar el funcionamiento del pedal de freno.			SEMESTRAL
Limpiar la máquina después de cada trabajo.			DIARIO
Lubricar las guías del carro.			SEMANTAL
Limpiar y lubricar el tornillo de avance del carro principal.			MENSUAL
Inspeccionar el tornillo de avance del carro principal.			MENSUAL
	<b>Nombre</b>	<b>Fecha</b>	<b>Firma</b>
<b>Elaborado por:</b>	Wladimir Villacís	3/7/2023	
<b>Verificado por:</b>	Ing. Christian Castro		
<b>Validado por:</b>	Ing. Christian Castro		

### **3.1.11 Plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa “SERVITORNO” de la ciudad de Ambato**

#### **3.1.11.1 Alcance**

El presente plan de mantenimiento preventivo contiene las actividades que serán aplicadas única y exclusivamente para las máquinas y equipos de la empresa “SERVITORNO” ubicada en la ciudad de Ambato, y será de uso solamente para el gerente y los operarios de ésta.

#### **3.1.11.2 Objetivos del plan**

- Mantener un estado óptimo y seguro de operación en las máquinas y equipos de la empresa resguardando la integridad de todos los operadores de ésta.
- Prevenir paros intempestivos en las máquinas los cuales afectan notablemente el proceso de producción y producen pérdidas económicas.
- Dar a conocer a los operarios acerca del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa “SERVITORNO” de la ciudad de Ambato.

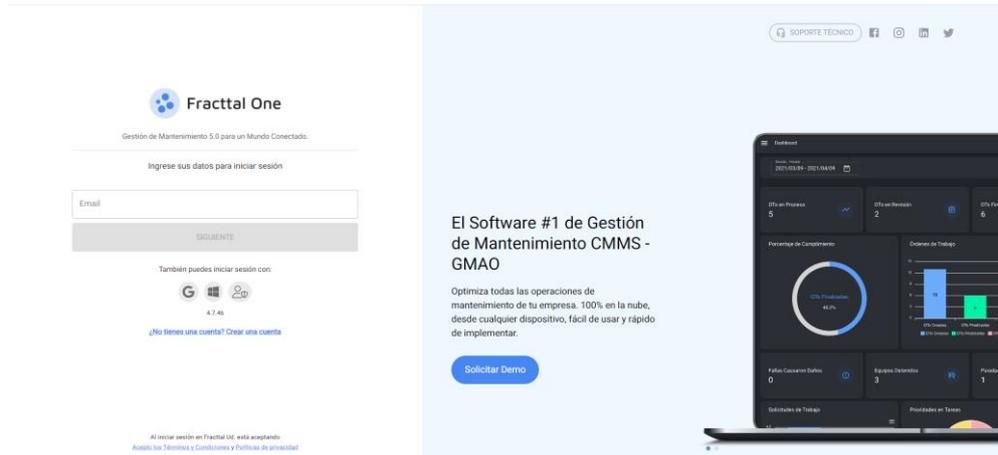
#### **3.1.11.3 Plan de mantenimiento**

El plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa “SERVITORNO” de la ciudad de AMBATO se desarrollará mediante el software FRACTTAL ONE.

#### **3.1.11.4 Instructivo del software FRACTTAL ONE para el registro de las actividades de mantenimiento**

##### **3.1.11.4.1 Añadir un nuevo equipo o máquina**

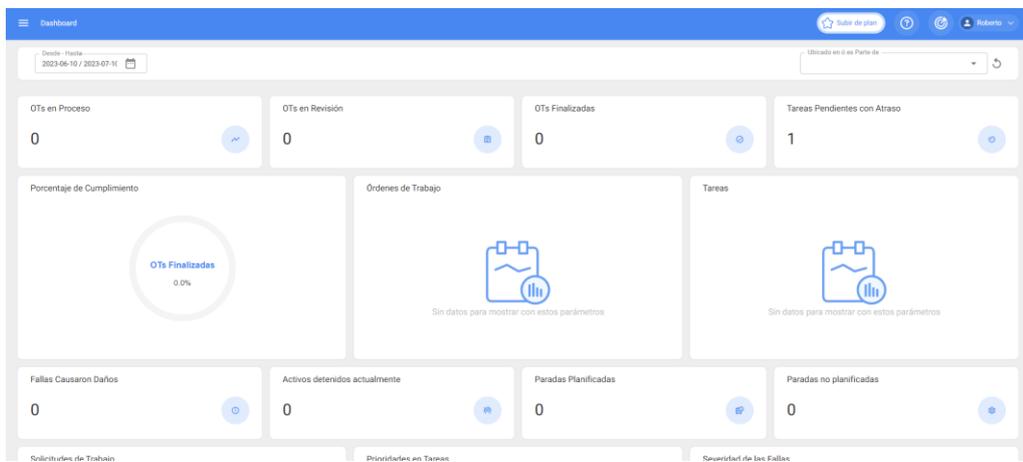
1. Ingresar a la siguiente página: <https://one.fractal.com/signin>.



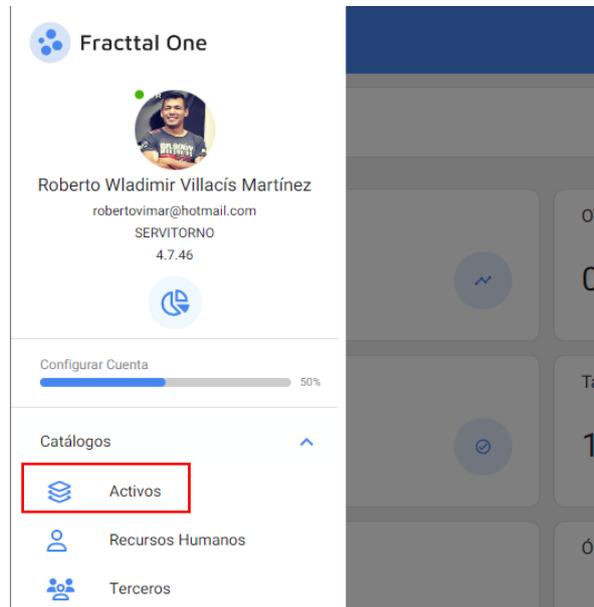
2. Ingresar el correo electrónico y la contraseña.



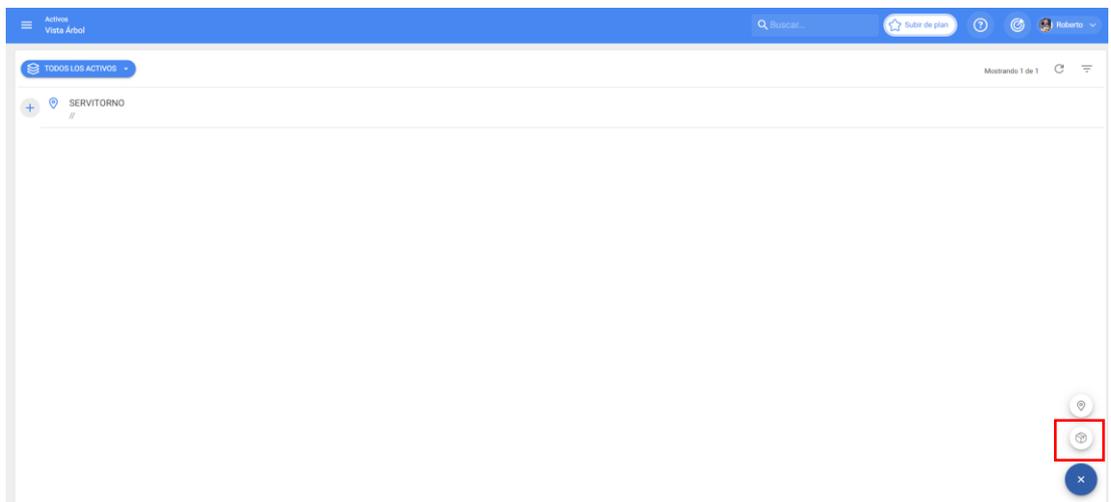
3. Luego de ingresado los datos e iniciar sesión nos aparecerá el dashboard.



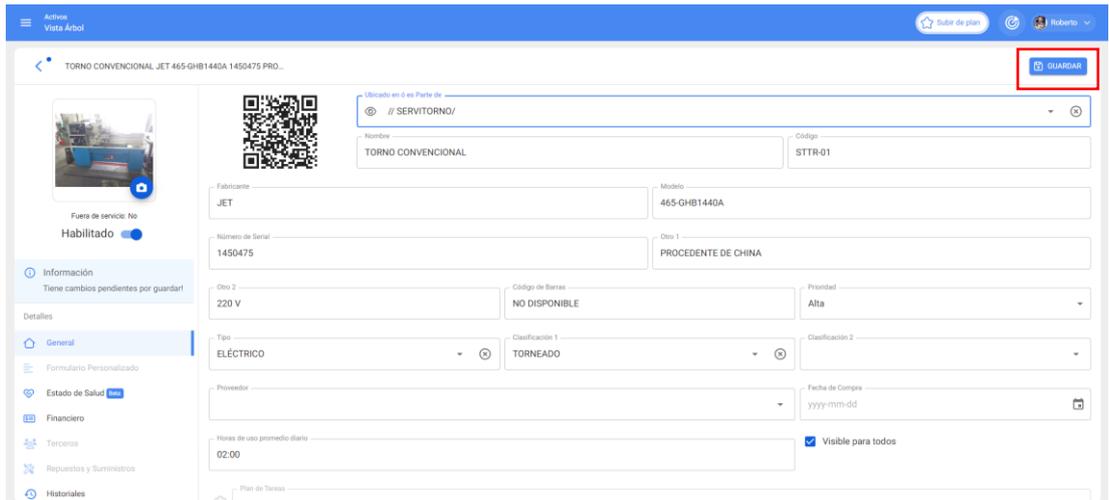
4. Ingresamos al menú que se encuentra en la esquina superior derecha y seleccionamos Activos para añadirlos.



5. Para añadir el activo colocamos el cursor sobre el + que se encuentra en la esquina inferior derecha y seleccionamos la opción equipos.

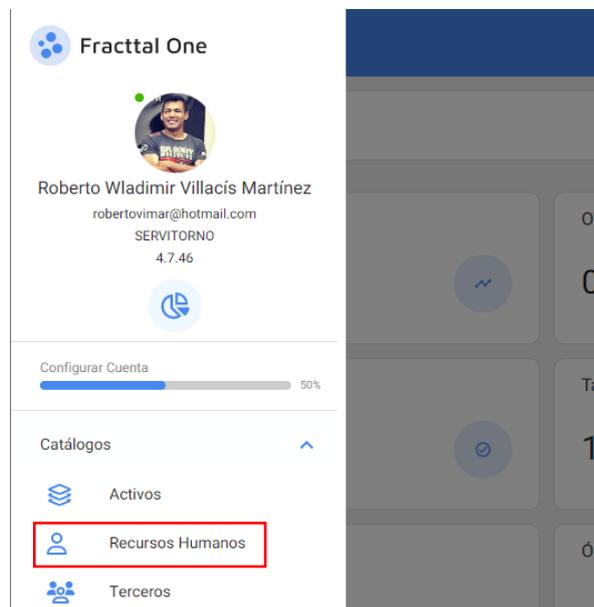


6. En la pantalla que se abre procedemos a ingresar la información de la nueva máquina o equipo y damos clic en guardar.



### 3.1.11.4.2 Añadir recursos humanos

1. Desplegamos la pestaña Catálogos y seleccionamos la opción Recursos Humanos



2. Damos clic en el botón agregar que se encuentra en la esquina inferior derecha.

Habilitado	Teams	Cuenta	Código	Nombres	Apellidos	Clasificación 1..	Clasificación 2..	Email	Localización	Valor Hora Ordinaria
<input type="checkbox"/>	SI	No	No	Byron	Moreno	OPERARIO			//	Valor Hora de trab
<input type="checkbox"/>	SI	No	No	Marco Andrés	Valle Lalama	GERENTE		gerencia@servitomo.com	// SERVITORNQ/	
<input type="checkbox"/>	SI	No	SI	Roberto Wladimir	Villacis Martínez	OPERARIO	TESISTA	robertovimar@hotmail.c...	//	Valor Hora de trab

3. Procedemos a llenar toda la información y para guardar damos clic en el botón que se encuentra en la esquina superior derecha.

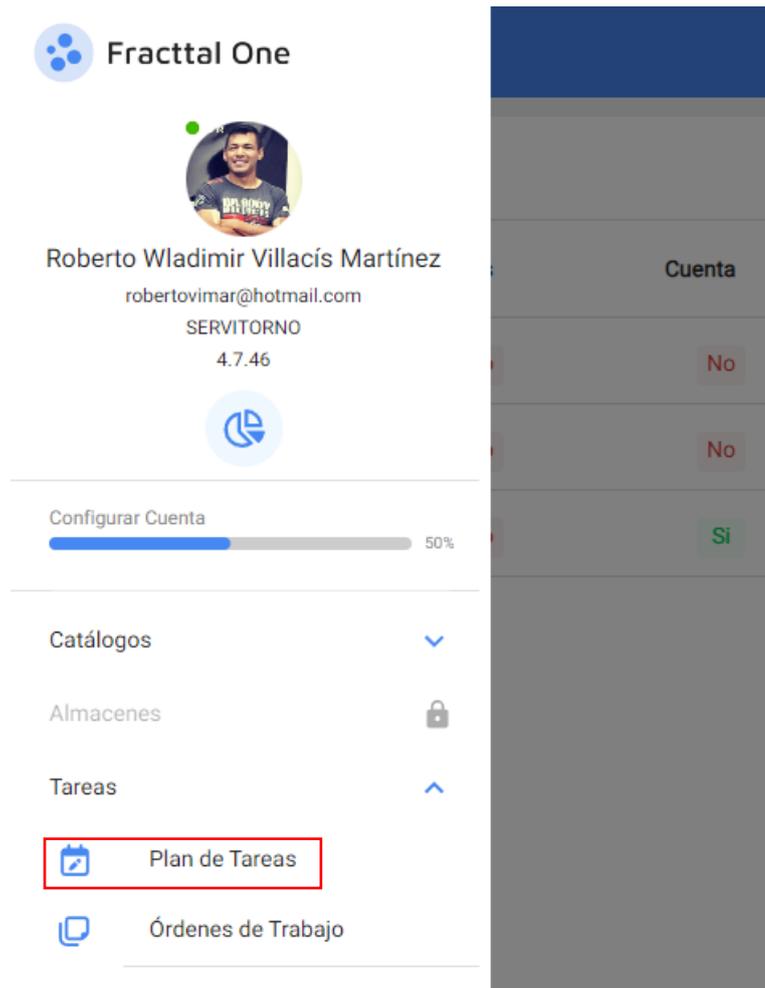
Marco Andrés Valle Lalama

**GUARDAR**

Nombres: Marco Andrés  
 Apellidos: Valle Lalama  
 Código:   
 Email: gerencia@servitomo.com  
 Clasificación 1: GERENTE  
 Clasificación 2:   
 Dirección: Av. Bolívariana  
 Ciudad: Ambato  
 Departamento / Estado / Región: Tungurahua  
 País: Ecuador  
 Código Area: 180214  
 Latitud: -1.2955838  
 Longitud: -78.6034938  
 Valor Hora Ordinaria:   
 Horario laboral:

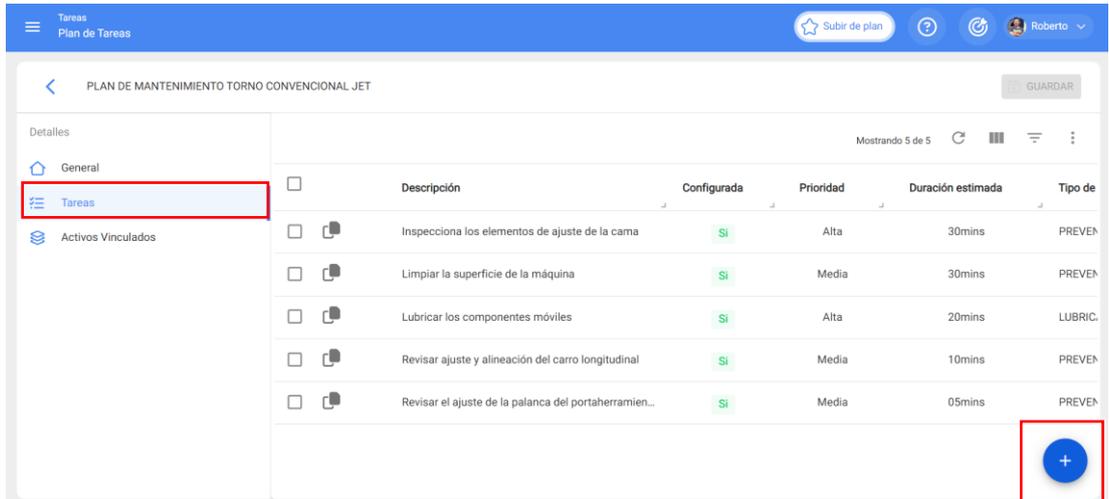
### 3.1.11.4.3 Plan de tareas

1. Desplegamos la pestaña Tareas y seleccionamos Plan Tareas.

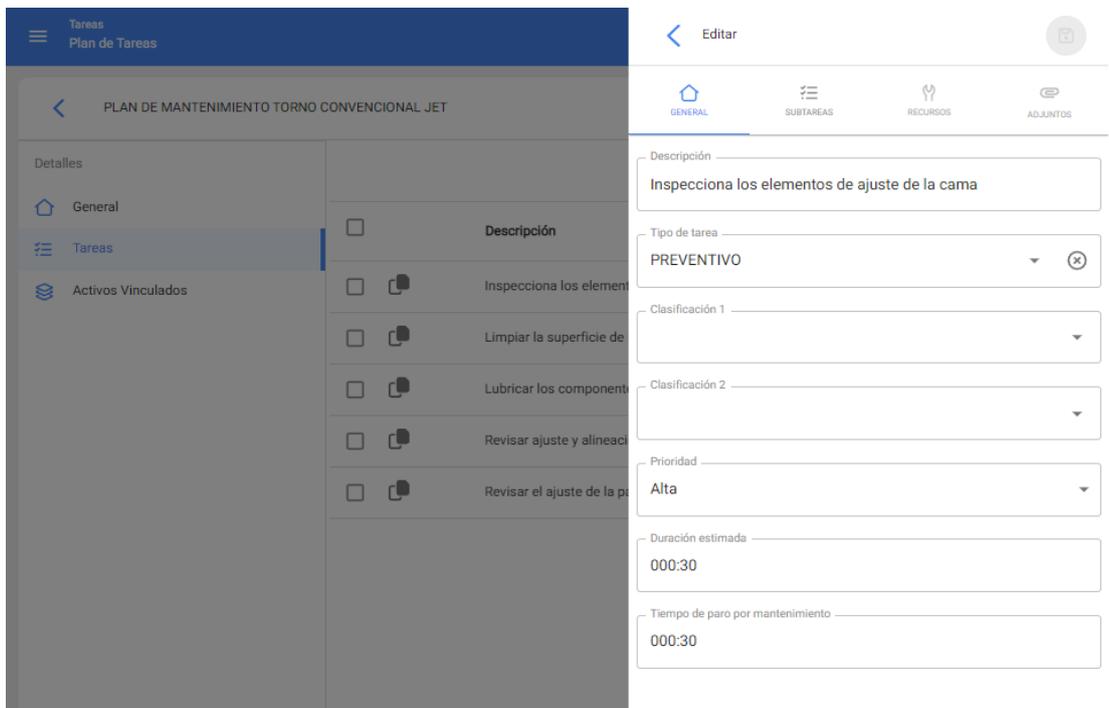


2. Posterior a esto dar clic en el botón agregar que se encuentra en la esquina inferior derecha, describir el plan de tareas y guardar.

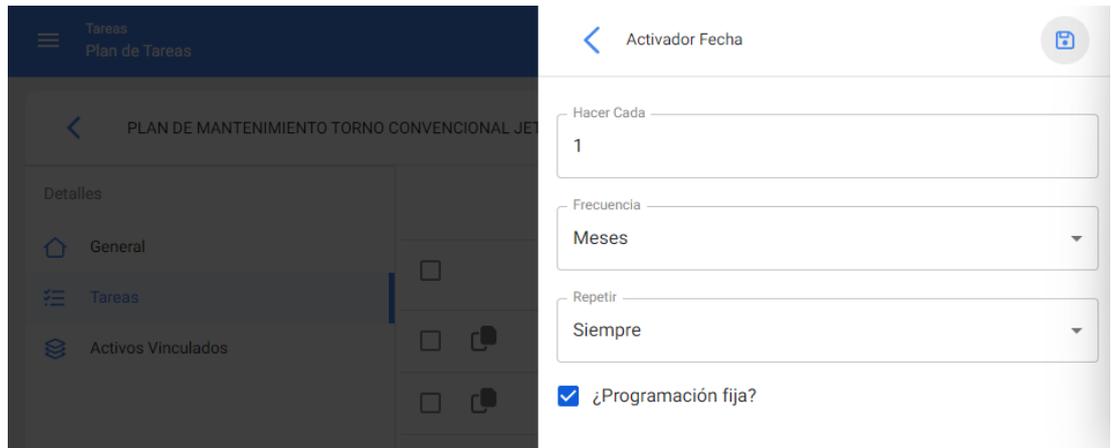
3. Dirigirse a la opción Tareas dentro del mismo Plan de Tareas, agregar las respectivas tareas para el plan de mantenimiento creado anteriormente.



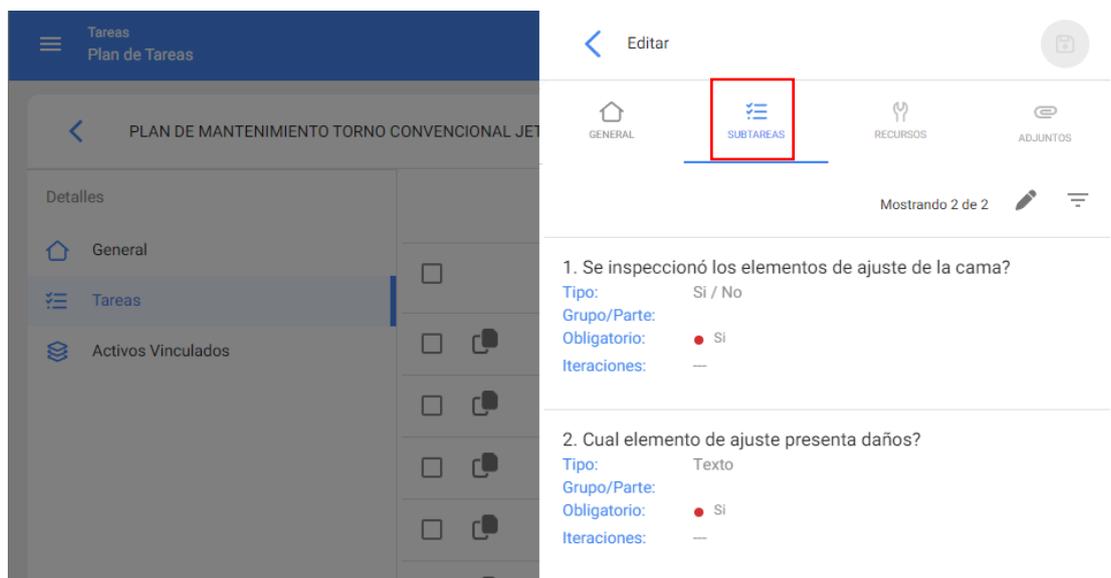
4. Al agregar una nueva tarea se verá ingresar la descripción, tipo de tarea, clasificación, prioridad y la duración estimada de esta tarea.



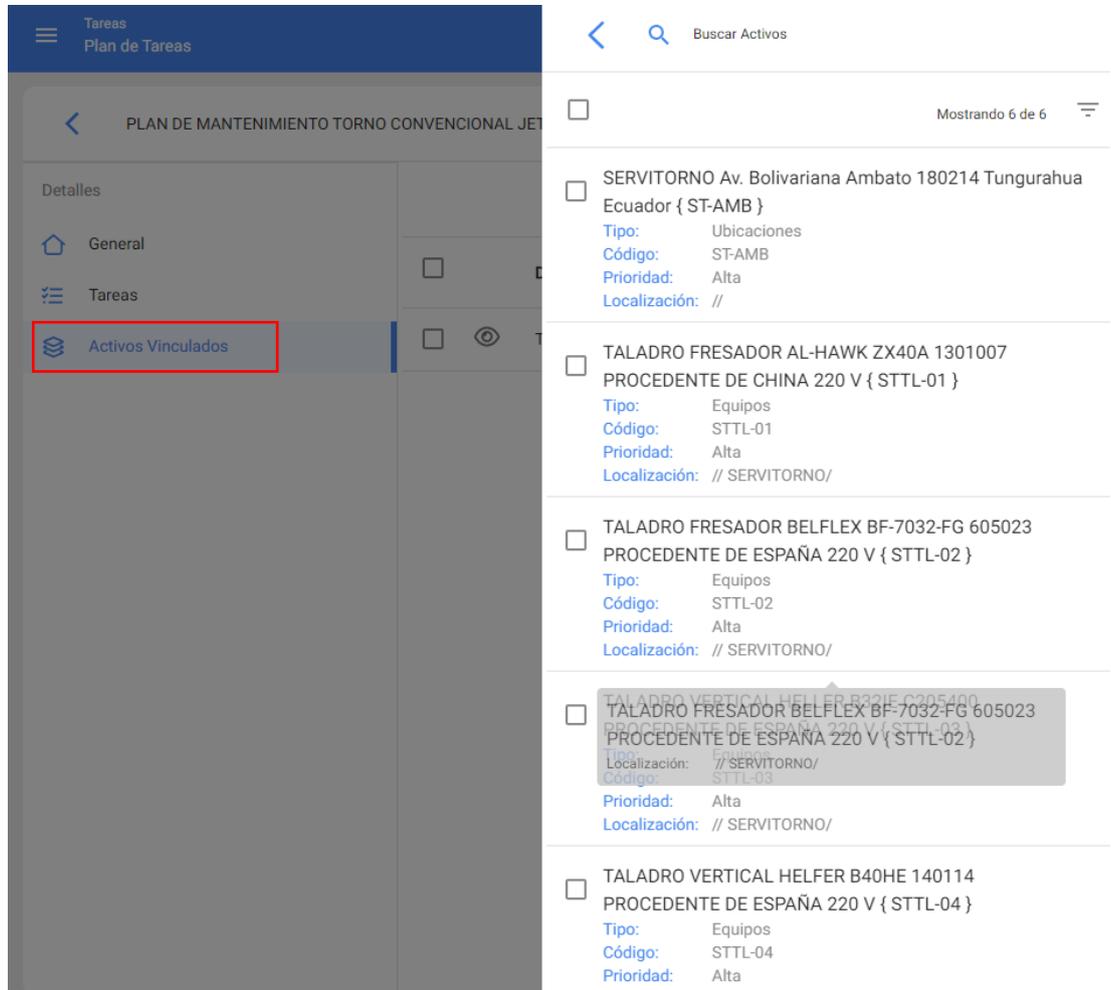
5. Se puede adicionar activadores donde se coloca la frecuencia de tiempo para el mantenimiento y luego dar clic en guardar.



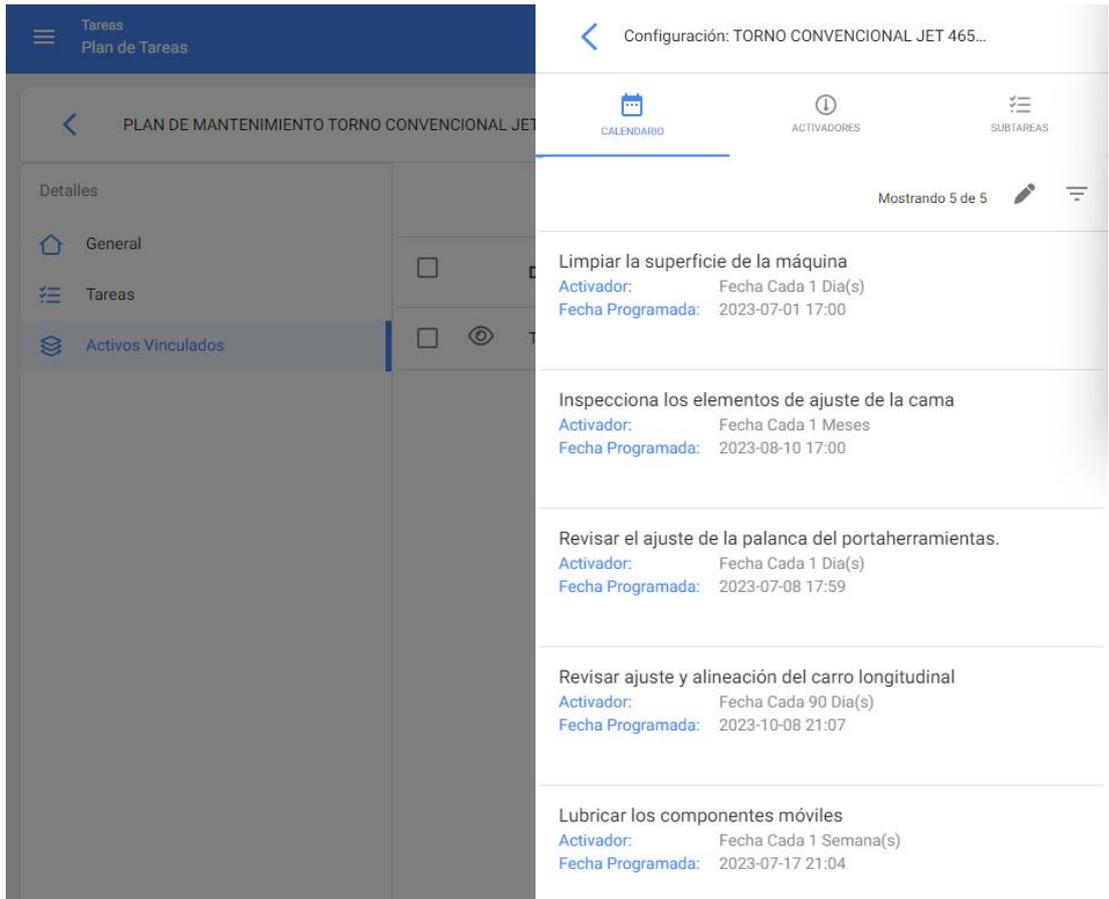
6. Luego, nos dirigimos a las subtareas.
7. En la sección de subtareas se coloca paso a paso la actividad de mantenimiento a ejecutarse.



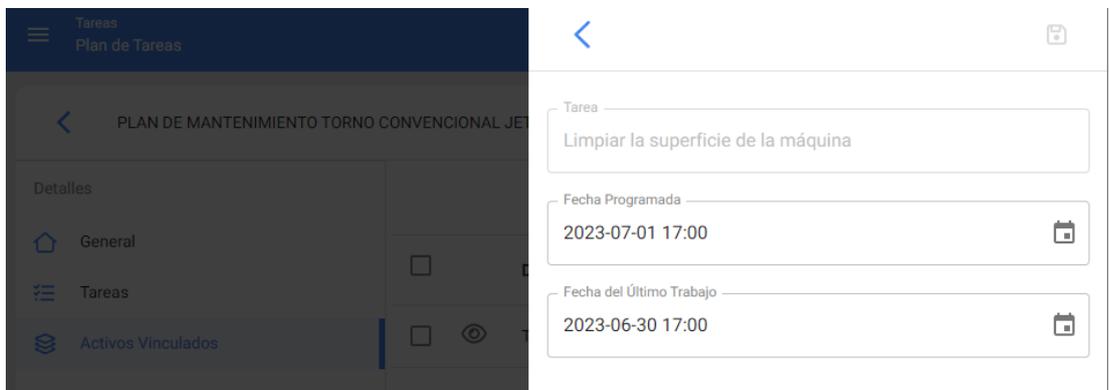
8. Ahora se vincula los activos al plan de creado dando clic en la opción “Activos Vinculados” y luego en el botón “Vincular activos” que se encuentra en la esquina inferior derecha.



9. En este paso damos clic sobre el activo que vinculamos y se desplegara en la parte derecha las actividades.

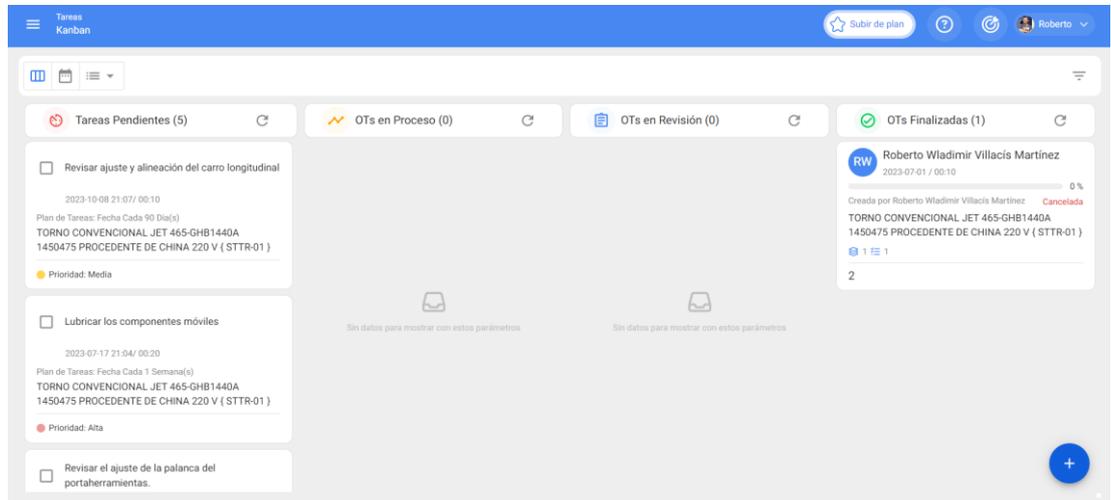


10. Dar clic en las actividades para programar la fecha y hora en la que hay que ejecutar el mantenimiento, y que de esta manera se vaya programando una bitácora de mantenimiento. No olvidar presionar el botón guardar antes de salir de esta zona.

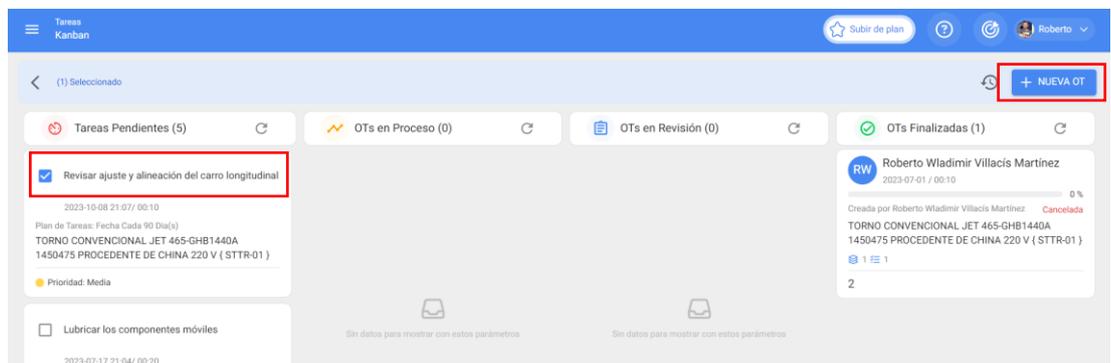


### 3.1.11.4.4 Orden de trabajo

1. Dirigirse a la pestaña “Órdenes de Trabajo” en “Tareas”.
2. El cuadro de mando se mostrará de la siguiente manera.



3. Una vez seleccionada la tarea pendiente, se asignará al responsable para la ejecución de esta actividad dando clic en el casillero de la actividad y el botón “NUEVA OT”.



4. Este paso permitirá asignar el responsable para la ejecución de esta actividad.

Generar Nueva Orden de Trabajo

Responsable \* [Empty] Tiempo de Ejecución: 000:10

Responsable no puede estar en blanco

Modo de creación: Todo en una OT ¿Depende de otra OT?: Seleccione la OT padre

Aprobar por Presupuesto

Activo	Tarea	Tipo de tarea	Fecha Programada	Plan de Tareas	Duración estimada
	TORNO CONVENCIONAL JET 465-GHB1440A 1450475 PROCEDENTE DE CHINA 220 V { STTR-01 }	Revisar ajuste y alineación del carro longitudinal	PREVENTIVO 2023-10-08	PLAN DE MANTENIMIENTO TORNO CONVENCIONAL JET	000:10

5. Asignado al responsable, se procede a generar la orden de trabajo.

Generar Nueva Orden de Trabajo

Responsable \* Roberto Wladimir Villacís Martínez GENERAR OT Tiempo de Ejecución: 000:05

Modo de creación: Todo en una OT ¿Depende de otra 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?
	TORNO CONVENCIONAL JET 465-GHB1440A 1450475 PROCEDENTE DE CHINA 220 V { STTR-01 }	Revisar el ajuste de la palanca del portaherramientas.	PREVENTIVO 2023-07-08	PLAN DE MANTENIMIENTO TORNO CONVENCIONAL JET	000 00H 05mins	Media			Si

6. Se revisa la orden de trabajo y los detalles.

Tareas Total: 1 ↑

---

TORNO CONVENCIONAL JET 465-GHB1440A 1450475  
PROCEDENTE DE CHINA 220 V { STTR-01 }  
// SERVITORNO/

---

Lubricar los componentes móviles

Tipo de tarea: LUBRICACIÓN

Clasificación 1: PROCEDIMIENTO ANTES DE OPERAR LA MÁQUINA

Clasificación 2: >

Nro Solicitud:

Fecha Programada: 2023-07-17

Duración estimada: 00:20:00

7. En el detalle de la orden de trabajo se encuentra toda la información respecto al tiempo estimado, pero se puede dar inicio en el cronómetro del software o registrarlo manualmente.

TORNO CONVENCIONAL JET 465-GHB1440A 1450475 P...

TAREA SUBTAREAS RECURSOS ADJUNTOS

General

Lubricar los componentes móviles

Tipo de tarea: LUBRICACIÓN

Fecha Programada: 2023-07-17

Prioridad: Alta

Clasificación 1: PROCEDIMIENTO ANTES DE OPERAR LA MÁQUINA

Clasificación 2: ---

Nro Solicitud: ---

Tiempo

Duración estimada: 00:20:00

Fecha inicial: ---

Fecha Final: ---

Tiempo de Ejecución: 00:00:00

Tiempo estimado de paro del... 00:20:00

Tiempo Real de Paro del Activo

000:20

INICIAR REGISTROS

8. Luego de culminado el tiempo para realizar la actividad o ya haberla registrado manualmente, el programa nos preguntara si se ha cumplido con la actividad.

Confirmar

La OT tiene un porcentaje de avance del 100% ¿Desea moverla a OTs en Revisión?

NO SI

Tareas

(1) Seleccionado

Tareas Pendientes (3)

OTs en Proceso (1)

OTs en Revisión (1)

Revisar el ajuste de la palanca del portaherramientas.

2023-07-08 17:39 / 00:00

Plan de Trabajo: Fecha Cada 1 Día

TORNO CONVENCIONAL JET 465-GHB1440A 1450475 PROCEDENTE DE CHINA 220 V { STTR-01 }

Prioridad: Media

Inspecciona los elementos de ajuste de la cama

2023-08-10 17:00 / 00:30

Plan de Trabajo: Fecha Cada 1 Mes

TORNO CONVENCIONAL JET 465-GHB1440A 1450475 PROCEDENTE DE CHINA 220 V { STTR-01 }

Prioridad: Alta

Limpiar la superficie de la máquina

Orden de Trabajo

Duración: 00:20 Costo Total: \$ USD 0.00

Nota

7

Tareas

Total: 1 ↑

TORNO CONVENCIONAL JET 465-GHB1440A 1450475 PROCEDENTE DE CHINA 220 V { STTR-01 } // SERVIDORINO/

Lubricar los componentes móviles

Tipo de tarea: LUBRICACIÓN

Clasificación 1: PROCEDIMIENTO ANTES DE OPERAR LA MÁQUINA

Clasificación 2: >

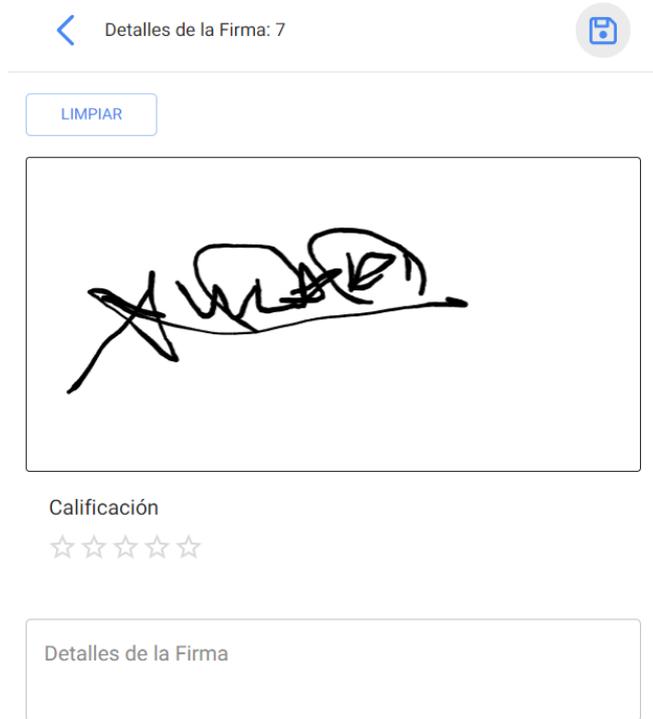
Nro Solicitud: ---

Fecha Programada: 2023-07-17

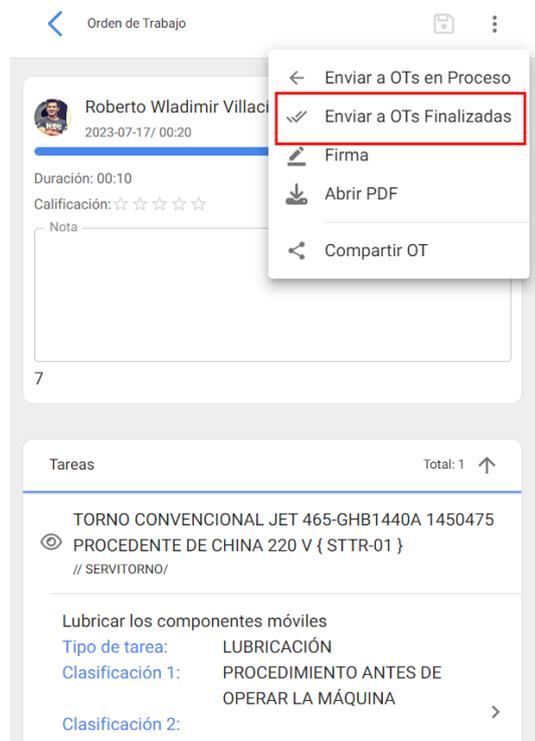
Duración estimada: 00:20:00

Completado

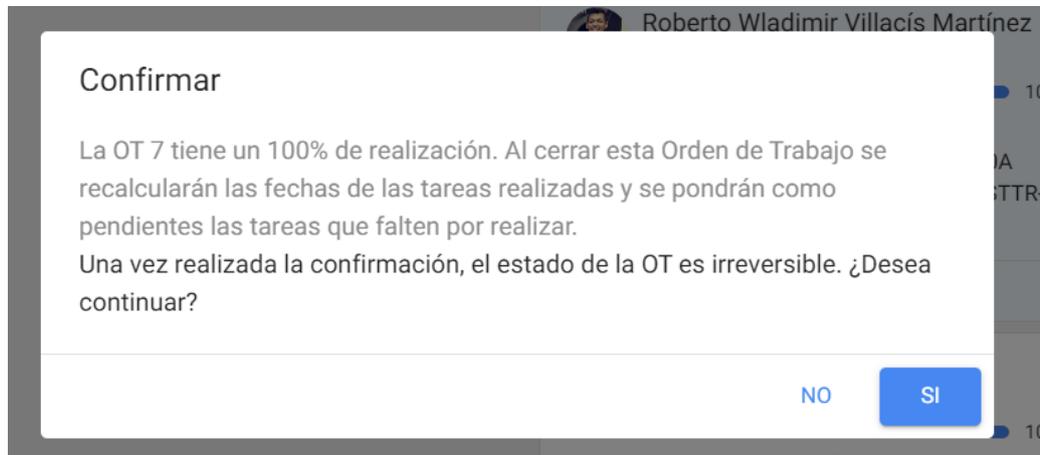
9. Al aceptar que el trabajo se realizó, no solicitará que se firme.



10. Revisada la orden de trabajo se la envía a orden de trabajo finalizada.



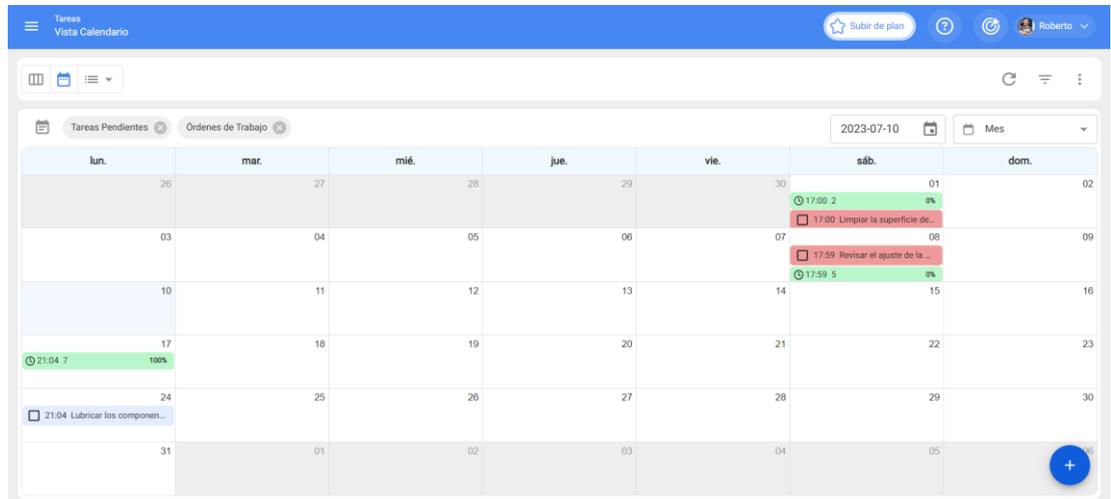
11. Finalizada la orden el software nos preguntará si deseamos cerrar el proceso para recalculer las fechas de próximo mantenimiento.



12. Se generará la orden de trabajo finalizada automáticamente luego de cerrar el proceso.

SERVITORNO		N°: 7
ST-AMB		Fecha: 2023-07-10
Orden de Trabajo		Calficación:
<b>GENERO:</b> Roberto Wladimir Villacís Martínez <b>DURACION ESTIMADA:</b> 00:20:00		<b>RESPONSABLE:</b> Roberto Wladimir Villacís Martínez <b>NOTAS:</b>
<b>ACTIVOS</b>		
DESCRIPCION: TORNO CONVENCIONAL JET 485-GHB140A.1450475 PROCEDENTE DE CHINA 220 V ( SITTR-01 )		
UBICADO EN O ES PARTE DE: // SERVIDORNO/		CLASIFICACION 1: TORNEADO
TIPO: ELECTRICO		CLASIFICACION 2:
PRIORIDAD: Alta		CENTRO DE COSTO:
CODIGO DE BARRAS: NO DISPONIBLE		
<b>TAREAS PLANIFICADAS</b>		
DESCRIPCION: Lubricar los componentes móviles		
FECHA PROGRAMADA: 2023-07-17		FECHA Y HORA DE INICIO: 2023-07-10 22:44
TIPO DE TAREA: LUBRICACION		FECHA Y HORA DE FINALIZACION: 2023-07-10 22:54
PRIORIDAD: Alta		DURACION ESTIMADA: 00:20:00
ACTIVADOR: Fecha Cada 1 Semanal(s)		TIEMPO DE EJECUCION: 00:10:00
CLASIFICACION 1: PROCEDIMIENTO ANTES DE OPERAR LA MAQUINA		TIEMPO REAL DE PARO DEL ACTIVO: 00:00:00
CLASIFICACION 2:		
<b>SUBTAREAS</b>		
Se lubricó los componentes móviles? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> N/A		
  		
ACEPTADO POR	VALIDADO POR	REALIZADO POR
<small>Realizado con www.fractal.com</small> <span style="margin-left: 150px;"><small>Pág 1 - 1</small></span> <span style="float: right;"><small>Todos los derechos reservados</small></span>		

13. Se puede observar en las bitácoras de mantenimiento de la siguiente manera.



De acuerdo al grado de confidencialidad que tiene la empresa, el usuario del ingreso de programación será modificado por el gerente propietario.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- La elaboración del diagnóstico para saber cuál es el estado actual en el que se encuentra la maquinaria se lo realizó mediante un análisis estadístico, esto permitió determinar que éstas tienen una disponibilidad promedio del 97,69%, esto quiere decir que se encuentran en buen estado de funcionamiento para cumplir las actividades para las que fueron creadas y se las utiliza dentro de la empresa. Además, la empresa no poseía un inventario de máquinas, por lo que fue necesario elaborarlo dando una codificación a cada máquina de acuerdo con el área a la que pertenece.
- La elaboración de la documentación técnica de las máquinas nos permitió conocer las características, capacidad, componentes y condiciones de servicio, así como también los requerimientos para que estas puedan ser instaladas en un lugar específico donde su funcionamiento sea adecuado tanto como para el operador y la máquina.
- El análisis de fallos y modos de fallo AMFE y criticidad realizada a las máquinas nos permitió identificar con más precisión cuáles son los componentes más propensos a sufrir fallas durante el funcionamiento de la máquina siendo así estos los que más prioridad y atención hay que tener al momento de realizar los mantenimientos en cada una de éstas. Por ejemplo, en el Torno convencional se muestra que el IPR máximo alcanza un valor de 9,825 como se muestra en la Tabla 50. Así mismo en el análisis de criticidad del Taladro vertical HELFER se alcanza un valor promedio de 17,65 como se muestra en la Tabla 62.
- La elaboración del plan de mantenimiento preventivo se lo hizo a través de bitácoras para un año calendario dividiendo las actividades de acuerdo a las recomendaciones del fabricante siendo estas diarias, semanales, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales. Generando a partir de las bitácoras una

gama mensual de mantenimiento para cada máquina y de esta manera actuar antes de que los fallos y averías se presenten en las máquinas.

- El registro de las actividades de mantenimiento se las realizó tanto en Microsoft Excel como en el software FRACTTAL ONE; este en si es una herramienta muy útil dentro del plan de mantenimiento ya que nos ayuda a generar la orden de trabajo para los distintos recursos humanos dentro de la empresa y se reprograma una vez que se han cumplido las actividades de mantenimiento planificadas.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Es importante que al momento de realizar el inventario se debe codificar la maquinaria, ya que para posteriores actividades facilita la toma de decisiones por la rápida localización de estos activos y los componentes de las mismas.
- Es recomendable llevar un registro de toda actividad que se le realice a una máquina, esto con el fin de poder elaborar un plan de mantenimiento, si aún no lo posee, pero tener siempre a la mano ese registro donde se pueda anotar estas actividades para su posterior revisión.
- Para determinar la disponibilidad de las máquinas es necesario que los operadores de las máquinas se involucren en la organización de esta información ya que son ellos quienes conocen el funcionamiento de la maquinaria y los problemas que se han presentado.

## BIBLIOGRAFÍA

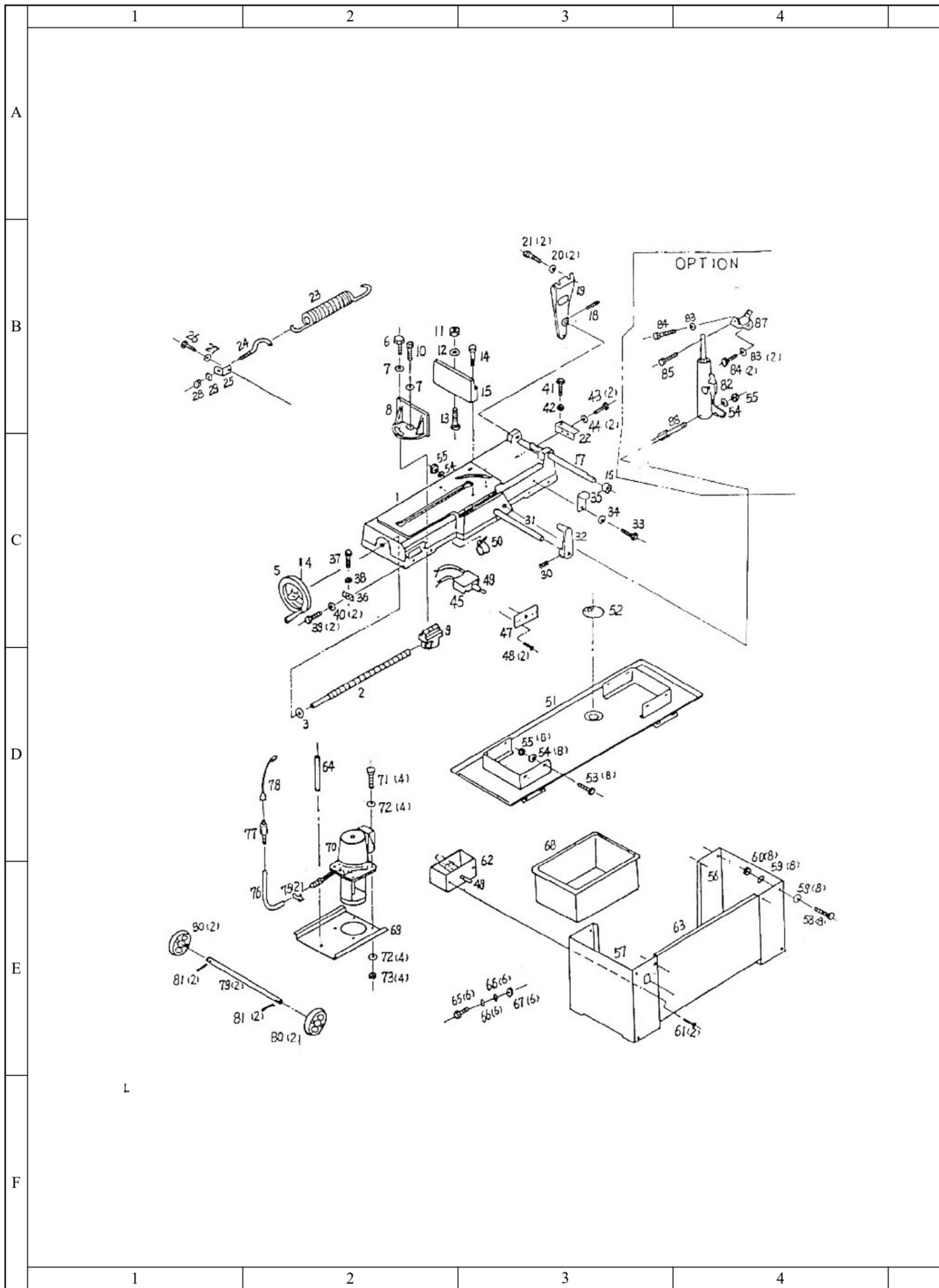
- [1] C. Morales, DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA "MORALES" DE LA CIUDAD DE AMBATO, Ambato, 2019.
- [2] J. D. Navarro, Técnicas de Mantenimiento Industrial, Escuela Politécnica Superior Algeciras Universidad de Cádiz, 2004.
- [3] C. Boero, «Mantenimiento Industrial,» 2020. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/ereader/uta/172523?page=5>. [Último acceso: 4 Marzo 2023].
- [4] H. O. R. Angel, DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA AGROANGEL, Pereira, 2014.
- [5] J. M. y. V. D. V. González, «Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales,» 2017. [En línea]. Available: <https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/40508>. [Último acceso: 5 Marzo 2023].
- [6] N. B., PLAN DE MANTENIMIENTO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS DE LAS SIGUIENTES ÁREAS: TALLER DE ENDEREZADO Y PINTURA DE VEHÍCULOS LIVIANOS, TALLER DE ENDEREZADA Y PINTURA DE VEHICULOS PESADOS Y TALLER MECÁNICO MULTIMARCA DE VEHÍCULOS PESADOS DE LA AGENCIA MAVESA", Ambato, 2022.
- [7] A. B. A. C. C. Olarte, «IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN,» *Redalyc.org*, vol. XVI, n° 44, pp. 354-356, 2010.
- [8] F. Pérez, Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial, Colombia: Ediciones USTA, 2021.

- [9] A. B. A. C. C. Olarte, «Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria,» *Scientia et Technica*, vol. II, n° 45, pp. 223-226, 2010.
- [10] J. Redondo, UN MODELO MATEMÁTICO ÓPTIMO DE MANTENIMIENTO Y FIABILIDAD APLICADO A LA AVIACIÓN COMERCIAL, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2007.
- [11] A. E. d. Normalización, «Terminología del mantenimiento». España Patente UNE-EN 13306:2018, Julio 2018.
- [12] E. BSI, «Industrias de petróleo y gas natural. Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos.». Patente ISO 14224:2016, 2016.
- [13] S. Vargas, DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL ÁREA DE FIBRA DE LA EMPRESA CARROCERÍAS VARMA S.A. DE LA CIUDAD DE AMBATO, AMBATO, 2022.
- [14] O. García, Gestión moderna del mantenimiento industrial, Bogotá: Ediciones de la U, 2012.
- [15] R. O. C. M. M. Bestratén, *NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE*, 2004.
- [16] J. D. I. Cruz, DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO MEDIANTE EL MÉTODO TPM PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN EN LAS SECCIONES DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA HALLEY CORPORACIÓN C.L., Ambato, 2022.
- [17] S. Rojas, «Implementación de análisis modal de fallos y efectos (AMFE),» *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme*, vol. VIII, n° 1, pp. 64-75, 2019.
- [18] R. Huerta, «El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional,» de 2° *Congreso Cubano de Ingeniería Mecánica*, Habana, 2000.

- [19] A. C. C. Parra, *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*, Sevilla: INGEMAN, 2012.
- [20] J. G. Jiménez, *Gestión de calidad en el sector gráfico*, E. CPG, Ed., Editorial Aral, p. 244.
- [21] M. P. Planas, «XDOC.MX,» Julio 2018. [En línea]. Available: <https://xdoc.mx/documents/analisis-de-fiabilidad-criticidad-disponibilidad-capacidad-de-5f45786f60d04#>. [Último acceso: 06 06 2023].
- [22] H. Altamirano, *DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS DE LA EMPRESA MEGAINGGA S.A. DE LA CIUDAD DE LATACUNGA*, Ambato, 2023.
- [23] Servitorno, «ServiTorno,» [En línea]. Available: <https://servitorno.com/sobre-nosotros/>. [Último acceso: 17 Abril 2023].

# ANEXOS





N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación
88	Carcasa de soporte	1	Acero al carbono fundido ASTM A27 Grado 60-30	Adquirido
87	Soporte de cilindro	1	Aleación de aluminio ASTM B221	Adquirido
85	Tornillo hexagonal con cabeza	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
84	Tornillo hexagonal con cabeza	3	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
83	Arandela	3	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
82	Cilindro	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1045	Adquirido
81	Anillo en c	8	Acero al carbono ASTM A684 Tipo 1075	Adquirido
80	Rueda	4	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
79	Varilla de rueda	2	Acero al carbono ASTM A29 Grado 1040	Adquirido
78	Grifo de boquilla	1	Latón ASTM B16	Adquirido
77	Conexión de tubo	1	Acero al carbono ASTM A105	Adquirido
76	Manguera	1	Caucho sintético	Adquirido
75	Abrazadera de manguera	2	Acero al carbono ASTM A 1018 Grado CS Tipo B	Adquirido
73	Tuerca hexagonal	4	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
72	Arandela	8	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
71	Tornillo hexagonal con cabeza	4	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
70	Bomba de refrigeración	1	Varios	Adquirido
69	Soporte de bomba	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
68	Depósito de refrigerante	1	Elastómero termoplástico	Adquirido
67	Tuerca hexagonal	6	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
66	Arandela	12	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
65	Tornillo hexagonal con cabeza	6	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
64	Manguera	1	Caucho sintético	Adquirido
63	Panel	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
62	Caja eléctrica	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
61	Redondo	2	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1018	Adquirido
60	Tornillo de cabeza redonda	8	Acero al carbono ASTM F835	Adquirido
59	Arandela	16	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
58	Tornillo hexagonal con cabeza	8	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
57	Pata (izquierda)	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
56	Pata (derecha)	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
55	Tuerca hexagonal	8	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
54	Arandela	8	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
53	Tornillo hexagonal con cabeza	8	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
52	Filtro	1	Acero inoxidable AISI 304	Adquirido
51	Bandeja de refrigerante	1	Acero inoxidable AISI 304	Adquirido
50	Retenedor de cable	1	Acero al carbono ASTM A510	Adquirido
49	Interruptor de palanca	2	Elastómero termoplástico	Adquirido
48	Tornillo de cabeza redonda	2	Acero al carbono ASTM F835	Adquirido
47	Tapa	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
45	Caja eléctrica	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
44	Arandela	2	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
43	Tornillo hexagonal con cabeza	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
42	Tuerca hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
41	Tornillo hexagonal con cabeza	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
40	Arandela	2	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
39	Tornillo hexagonal con cabeza	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
38	Tuerca hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
37	Tornillo hexagonal con cabeza	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
36	Placa de soporte	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
35	Placa de soporte	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
34	Arandela	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
33	Tornillo hexagonal con cabeza	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
32	Tope	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1018	Adquirido
31	Varilla de tope	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1018	Adquirido
30	Tornillo de cabeza hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
29	Arandela	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
28	Tuerca hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
27	Arandela	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
26	Tornillo hexagonal con cabeza	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
25	Soporte de mango resorte	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
24	Varilla de ajuste del resorte	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1018	Adquirido
23	Resorte	1	Acero al carbono ASTM A227 Grado 2	Adquirido
22	Placa de soporte	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
21	Tornillo hexagonal con cabeza	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
20	Arandela	2	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
19	Soporte de pivote	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
18	Tornillo de cabeza hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
17	Varilla de soporte	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1018	Adquirido
16	Casquillo	1	Bronce ASTM B62	Adquirido
15	Soporte de mordaza (trasero)	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
14	Tornillo hexagonal con cabeza	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
13	Rodillo de carruaje	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1018	Adquirido
12	Arandela	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
11	Tuerca hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
10	Tornillo de cabeza hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
9	Soporte	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
8	Soporte de mordaza (frontal)	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
7	Arandela	2	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
6	Tornillo hexagonal con cabeza	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
5	Rueda	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
4	Tornillo de cabeza hexagonal	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
3	Arandela	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
2	Tornillo acme	1	Acero al Carbono ASTM A108 Grado 1045	Adquirido
1	Mesa	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido

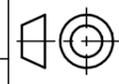
L

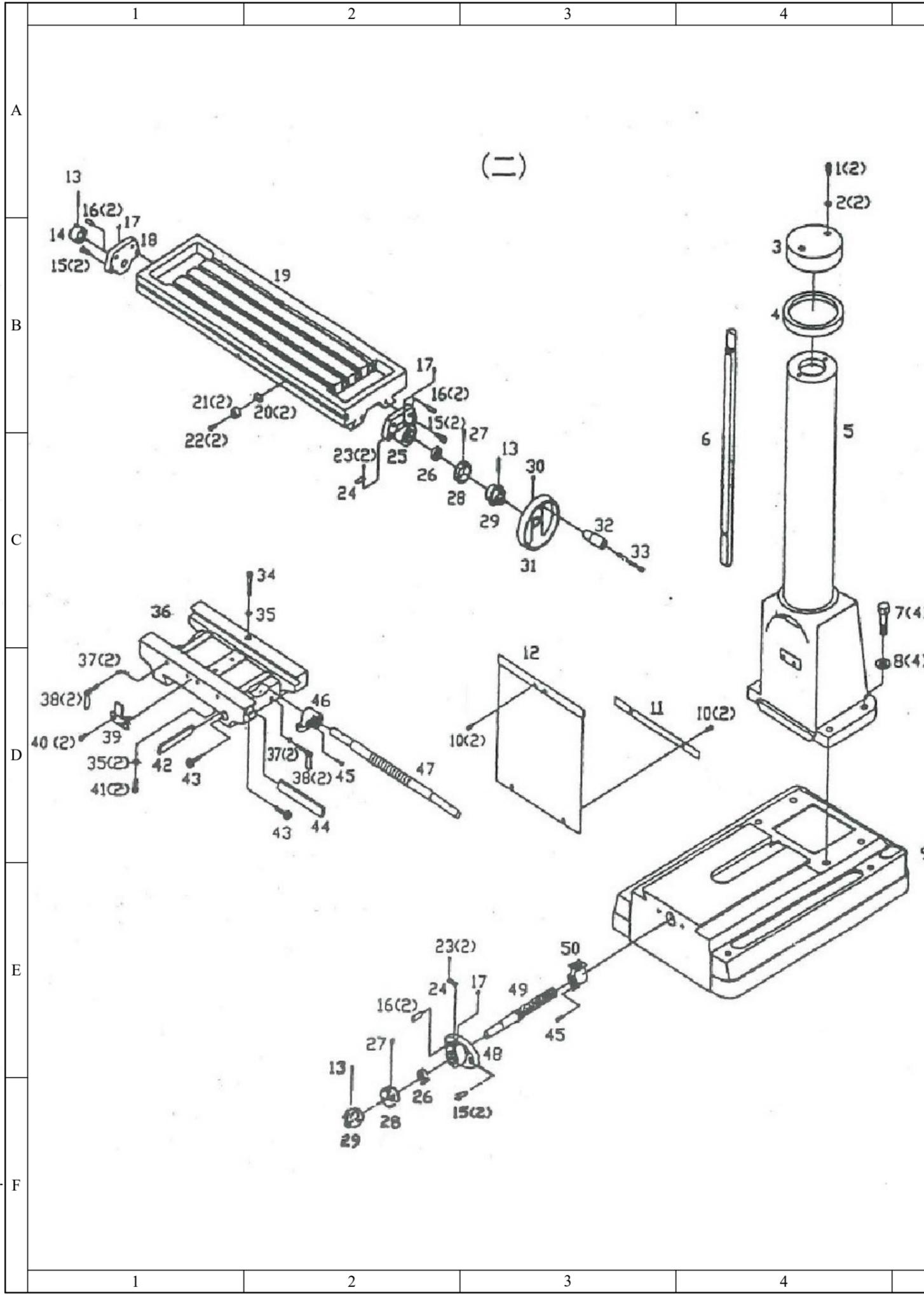
F

Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
±1	125 Kg		Varios
Dibujó:	Fecha	Denominación:	
12/06/23	Nombre		Tronzadora de sierra cinta
Revisó:	12/06/23		
Aprobó:	12/06/23	Escala:	
		1:10	

UTA  
Ingeniería Mecánica

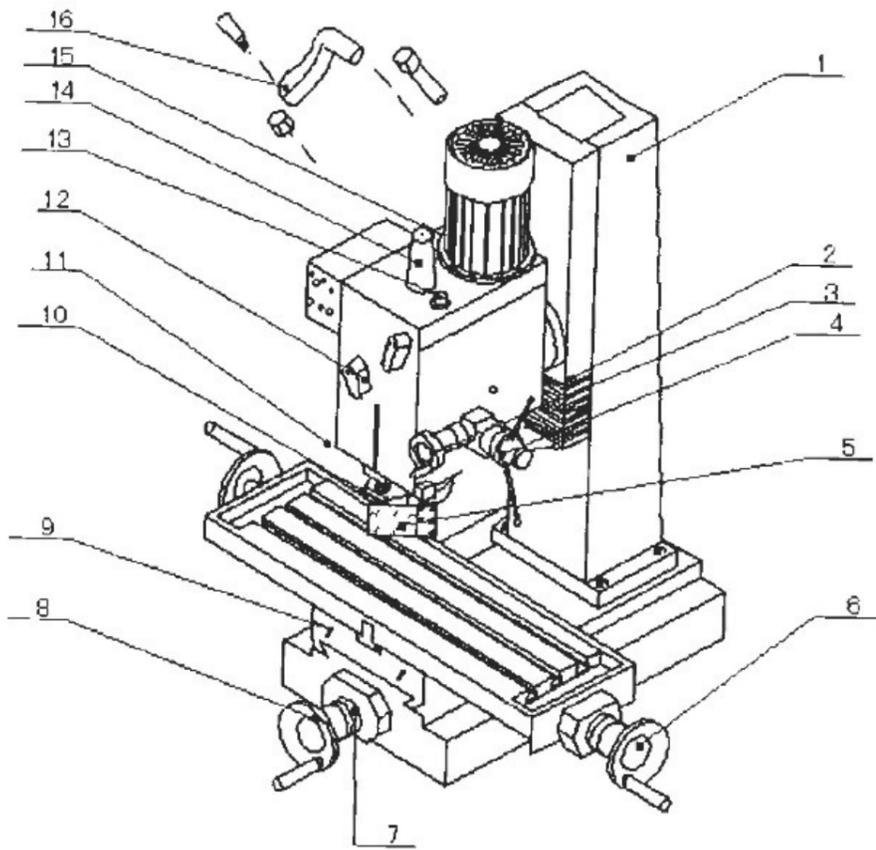
Número del dibujo: HOJA 2 de 7  
(Sustitución)





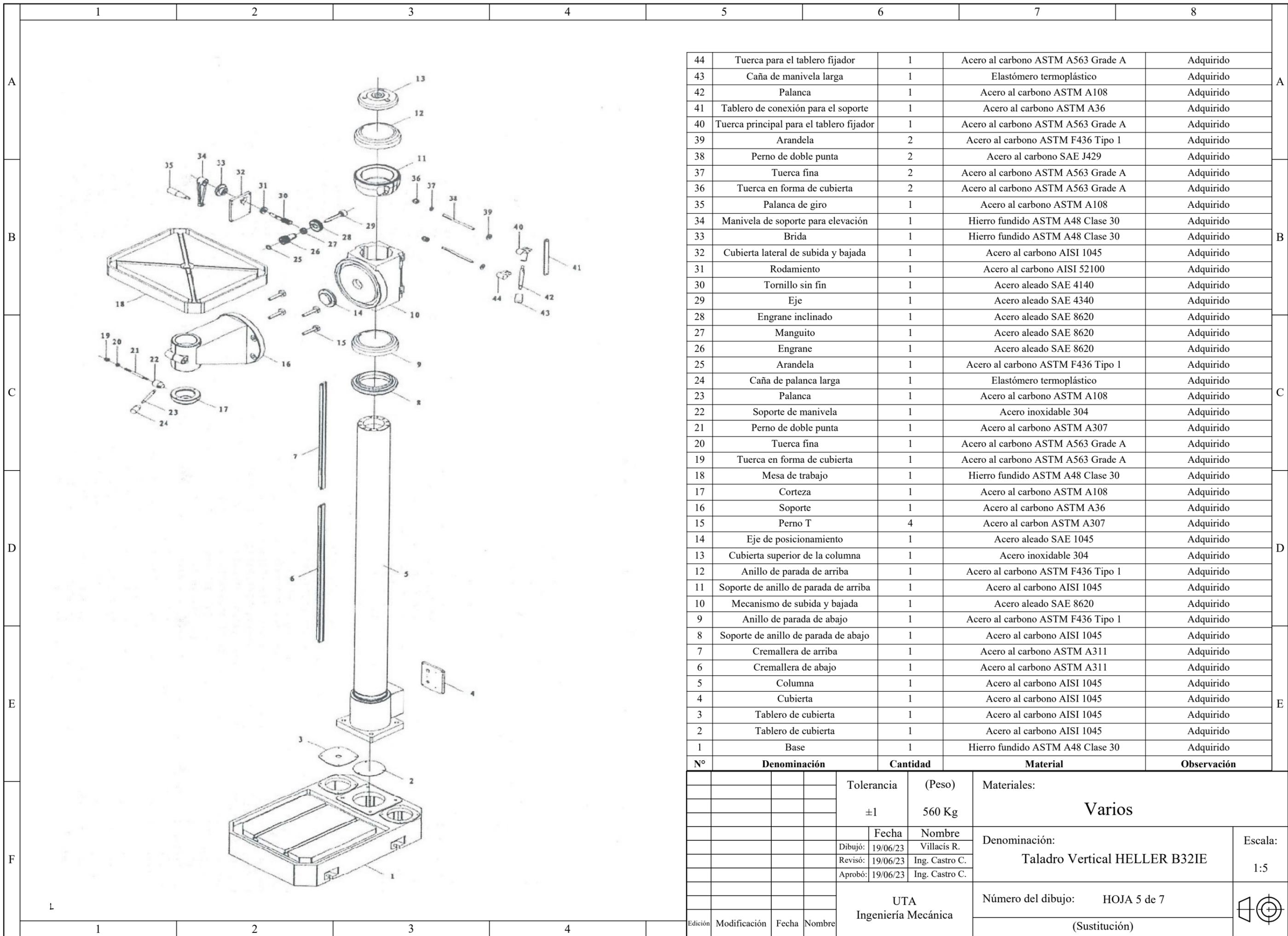
Nº	Denominación	Cantidad	Material	Observación
50	Tuerca del tornillo de guía	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
49	Tornillo de guías	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1045	Adquirido
48	Soporte del tornillo de guía	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
47	Tornillo de guías	1	Acero al carbono ASTM A108 Grado 1045	Adquirido
46	Tuerca del tornillo de guía	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
45	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
44	Tira de gib	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
43	Tornillo de tira de gib	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
42	Tira de gib	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
41	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
40	Perno	2	Acero al carbono SAE J429	Adquirido
39	Tope	1	Acero al carbono AISI 1018	Adquirido
38	Mango de bloqueo	4	Elastómero termoplástico	Adquirido
37	Bola de acero	4	Acero al carbono ASTM A29 Grado 1018	Adquirido
36	Silla deslizante	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
35	Arandela	3	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
34	Tornillo	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
33	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
32	Mango de giro	2	Elastómero termoplástico	Adquirido
31	Volante	2	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
30	Tornillo	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
29	Embrague de dial	2	Acero al carbono AISI 1018	Adquirido
28	Placa de graduación	2	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
27	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
26	Rodamiento de bolas	2	Acero al carbono AISI 52100	Adquirido
25	Soporte derecho	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
24	Tablero de cero	2	Acero inoxidable AISI 304	Adquirido
23	Remache	4	Acero al carbono ASTM A29 Grado 1018	Adquirido
22	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
21	Tope	2	Acero al carbono AISI 1018	Adquirido
20	Tuerca en forma de escalera	2	Latón ASTM B16	Adquirido
19	Mesa	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
18	Soporte izquierdo	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
17	Copa de aceite	3	Acero inoxidable AISI 304	Adquirido
16	Pasador	6	Acero al carbono ASTM A29 Grado 1018	Adquirido
15	Tornillo	4	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
14	Embrague de dial izquierdo	1	Acero al carbono AISI 1018	Adquirido
13	Pasador	2	Acero al carbono ASTM A29 Grado 1018	Adquirido
12	Tablero de protección	1	Caucho sintético	Adquirido
11	Rebanada de tablero de protección	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
10	Perno	4	Acero al carbono SAE J429	Adquirido
9	Base	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
8	Arandela	4	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
7	Perno	4	Acero al carbono SAE J429	Adquirido
6	Estría	1	Acero al carbono AISI 1018	Adquirido
5	Columna	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
4	Eslabón	1	Acero al carbono ASTM A29 Grado 1018	Adquirido
3	Tapa de columna	1	Acero al carbono ASTM A366	Adquirido
2	Arandela	2	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
1	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido

Nº				Denominación	Cantidad	Material	Observación
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1	270 Kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 14/06/23	Villacis R.	Taladro Fresador AL-HAWK ZX40A	
				Revisó: 14/06/23	Ing. Castro C.	Escala:	
				Aprobó: 14/06/23	Ing. Castro C.	1:10	
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: HOJA 3 de 7	
						(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



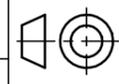
16	Cabezal empuñadura	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
15	Cuerpo delantero	1	Varios	Adquirido
14	Cubierta portabrocas	1	Elastómero termoplástico	Adquirido
13	Deposito aceite y conector aire	1	Acero al carbono SAE J429	Adquirido
12	Palanca de velocidad	2	Elastómero termoplástico	Adquirido
11	Depósito aceite	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
10	Tope profundidad	1	Acero al carbono AISI 1018	Adquirido
9	Parada recorrido	2	Acero al carbono SAE J429	Adquirido
8	Rueda de avance mesa horizontal	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
7	Escala	1	Acero inoxidable AISI 316	Adquirido
6	Rueda de avance mesa longitudinal	2	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
5	Pantalla de corte	1	Polycarbonato	Adquirido
4	Empuñadura avance broca	3	Plástico acrílico	Adquirido
3	Rueda micro avance mesa longitudinal	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
2	Cubierta de protección	1	Caucho sintético	Adquirido
1	Columna	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación

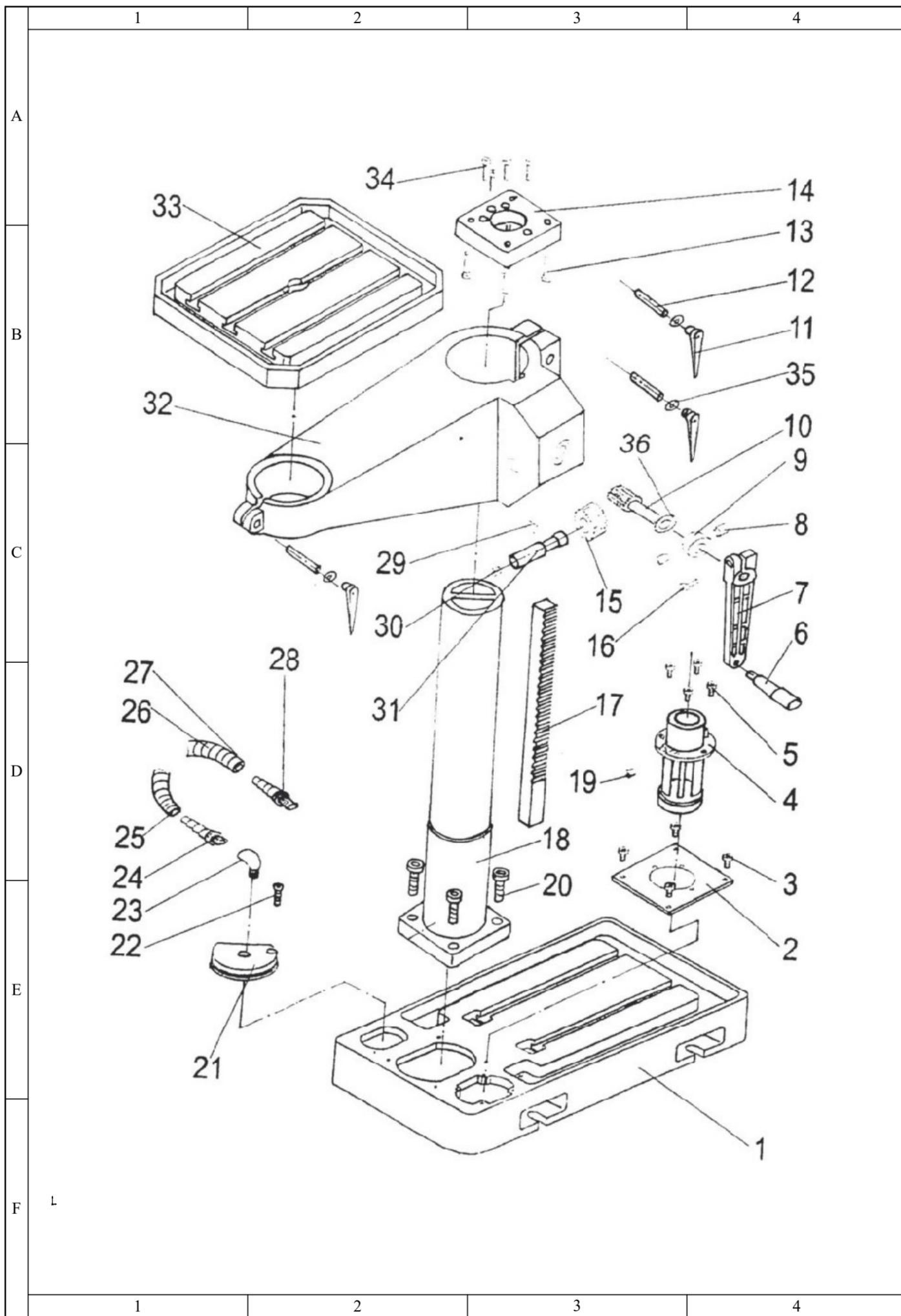
Tolerancia		(Peso)	Materiales:	
±1		320 Kg	Varios	
Fecha		Nombre	Denominación:	
Dibujó:	12/06/23	Villacis R.	Taladro Fresador	
Revisó:	12/06/23	Ing. Castro C.	BELFLEX BF 7032 FG	
Aprobó:	12/06/23	Ing. Castro C.	Escala:	
UTA		Número del dibujo: HOJA 4 de 7		1:10
Ingeniería Mecánica		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	



N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación
44	Tuerca para el tablero fijador	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
43	Caña de manivela larga	1	Elastómero termoplástico	Adquirido
42	Palanca	1	Acero al carbono ASTM A108	Adquirido
41	Tablero de conexión para el soporte	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
40	Tuerca principal para el tablero fijador	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
39	Arandela	2	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
38	Perno de doble punta	2	Acero al carbono SAE J429	Adquirido
37	Tuerca fina	2	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
36	Tuerca en forma de cubierta	2	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
35	Palanca de giro	1	Acero al carbono ASTM A108	Adquirido
34	Manivela de soporte para elevación	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
33	Brida	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
32	Cubierta lateral de subida y bajada	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
31	Rodamiento	1	Acero al carbono AISI 52100	Adquirido
30	Tornillo sin fin	1	Acero aleado SAE 4140	Adquirido
29	Eje	1	Acero aleado SAE 4340	Adquirido
28	Engrane inclinado	1	Acero aleado SAE 8620	Adquirido
27	Manguito	1	Acero aleado SAE 8620	Adquirido
26	Engrane	1	Acero aleado SAE 8620	Adquirido
25	Arandela	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
24	Caña de palanca larga	1	Elastómero termoplástico	Adquirido
23	Palanca	1	Acero al carbono ASTM A108	Adquirido
22	Soporte de manivela	1	Acero inoxidable 304	Adquirido
21	Perno de doble punta	1	Acero al carbono ASTM A307	Adquirido
20	Tuerca fina	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
19	Tuerca en forma de cubierta	1	Acero al carbono ASTM A563 Grade A	Adquirido
18	Mesa de trabajo	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
17	Corteza	1	Acero al carbono ASTM A108	Adquirido
16	Soporte	1	Acero al carbono ASTM A36	Adquirido
15	Perno T	4	Acero al carbon ASTM A307	Adquirido
14	Eje de posicionamiento	1	Acero aleado SAE 1045	Adquirido
13	Cubierta superior de la columna	1	Acero inoxidable 304	Adquirido
12	Anillo de parada de arriba	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
11	Soporte de anillo de parada de arriba	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
10	Mecanismo de subida y bajada	1	Acero aleado SAE 8620	Adquirido
9	Anillo de parada de abajo	1	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
8	Soporte de anillo de parada de abajo	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
7	Cremallera de arriba	1	Acero al carbono ASTM A311	Adquirido
6	Cremallera de abajo	1	Acero al carbono ASTM A311	Adquirido
5	Columna	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
4	Cubierta	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
3	Tablero de cubierta	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
2	Tablero de cubierta	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
1	Base	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido

N°				Denominación	Cantidad	Material	Observación
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±1	560 Kg	Varios	
				Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó: 19/06/23	Villacis R.	Taladro Vertical HELLER B32IE	
				Revisó: 19/06/23	Ing. Castro C.	Escala:	
				Aprobó: 19/06/23	Ing. Castro C.	1:5	
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: HOJA 5 de 7	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	





N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación
36	Rodamiento	1	Acero al carbono AISI 52100	Adquirido
35	Arandela	3	Acero al carbono ASTM F436 Tipo 1	Adquirido
34	Tornillo	4	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
33	Mesa	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
32	Soporte de mesa	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
31	Eje de engrane	1	Acero aleado SAE 4340	Adquirido
30	Cubeta de aceite	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
29	Tornillo	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
28	Tee	1	Latón ASTM B16	Adquirido
27	Acoplamiento	4	Latón ASTM B16	Adquirido
26	Tubo flexible	1	Caucho sintético	Adquirido
25	Tubo flexible	1	Caucho sintético	Adquirido
24	Tubo acodado	1	Latón ASTM B16	Adquirido
23	Conector de reducción	1	Latón ASTM B16	Adquirido
22	Tornillo	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
21	Placa de cubierta	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
20	Tornillo	4	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
19	Tapón	1	Acero al carbono SAE J429	Adquirido
18	Columna	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
17	Cremallera	1	Acero al carbono ASTM A311	Adquirido
16	Tornillo	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
15	Engrane	1	Acero aleado SAE 8620	Adquirido
14	Placa	1	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
13	Tornillo	4	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
12	Eje de manivela	3	Acero al carbono ASTM A29	Adquirido
11	Pomo	3	Elastómero termoplástico	Adquirido
10	Tornillo sin fin	1	Acero aleado SAE 4140	Adquirido
9	Collarín/aro de fijación	1	Acero inoxidable AISI 316	Adquirido
8	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
7	Manivela	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido
6	Pomo	1	Elastómero termoplástico	Adquirido
5	Tornillo	2	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
4	Bomba refrigerante	1	Varios	Adquirido
3	Tornillo	1	Acero al carbono ASTM A307 Grado A	Adquirido
2	Placa	4	Acero al carbono AISI 1045	Adquirido
1	Base	1	Hierro fundido ASTM A48 Clase 30	Adquirido

Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Tolerancia	(Peso)	Materiales:		Denominación:	Escala:
				±1	530 Kg	Varios			
						Fecha	Nombre		
						Dibujó:	13/06/23	Villacis R.	
						Revisó:	13/06/23	Ing. Castro C.	
						Aprobó:	13/06/23	Ing. Castro C.	
						UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: HOJA 6 de 7	
								(Sustitución)	



N°	Denominación	Cantidad	Material	Observación																																									
H	Racor	1	Acero inoxidable 304	Adquirido																																									
G	Interruptor	1	Poliamida	Adquirido																																									
F	Conector de 10 polos	1	Aleación de cobre	Adquirido																																									
E	Racor	1	Acero inoxidable 304	Adquirido																																									
D	Borne de salida negativo	1	Cobre ASTM B187	Adquirido																																									
C	Borne de salida positivo	1	Cobre ASTM B187	Adquirido																																									
B	Mando del codificador	1	Elastómero termoplástico	Adquirido																																									
A	Display	1	Varios	Adquirido																																									
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Tolerancia</td> <td>(Peso)</td> <td colspan="2" rowspan="2">Materiales: <b>Varios</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>±1</td> <td>10,3 Kg</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Fecha</td> <td>Nombre</td> <td colspan="2" rowspan="4">Denominación: <b>Soldadora TIG CÉBORA WIN TIG AC-DC 180M</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Dibujó: 13/06/23</td> <td>Villacis R.</td> <td rowspan="2">Escala: 1:3</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Revisó: 20/06/23</td> <td>Ing. Castro C.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Aprobó: 20/06/23</td> <td>Ing. Castro C.</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">UTA Ingeniería Mecánica</td> <td colspan="2">Número del dibujo: HOJA 7 de 7</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">(Sustitución)</td> </tr> </table>							Tolerancia	(Peso)	Materiales: <b>Varios</b>				±1	10,3 Kg			Fecha	Nombre	Denominación: <b>Soldadora TIG CÉBORA WIN TIG AC-DC 180M</b>				Dibujó: 13/06/23	Villacis R.	Escala: 1:3			Revisó: 20/06/23	Ing. Castro C.			Aprobó: 20/06/23	Ing. Castro C.			UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: HOJA 7 de 7						(Sustitución)	
		Tolerancia	(Peso)	Materiales: <b>Varios</b>																																									
		±1	10,3 Kg																																										
		Fecha	Nombre	Denominación: <b>Soldadora TIG CÉBORA WIN TIG AC-DC 180M</b>																																									
		Dibujó: 13/06/23	Villacis R.			Escala: 1:3																																							
		Revisó: 20/06/23	Ing. Castro C.																																										
		Aprobó: 20/06/23	Ing. Castro C.																																										
		UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: HOJA 7 de 7																																									
				(Sustitución)																																									

## 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. Cumplimentar 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	ACCIONES IMPLANTADAS	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			Ausencia de vallas oscuras	Ninguna	10	8	2	160	Colocar pantallas de protección en zonas de soldadura MIG	Proceso Chapa / Anteproyecto					
	1.7		Deslumbramiento	Problemas de visión de los operarios	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.*