



**Evaluación del proceso de planeación y programación de las actividades preventivas de los equipos principales en la empresa Industria de Alimentos Zenú S.A.S.**

Adriana Marcela Patiño Dueñas

Informe de práctica presentado para optar al título de Ingeniero Mecánico

**Asesor**

**Interno:** Sebastian López Gómez, Magíster (MSc). Ingeniero mecánico

**Externo:** José Andrés Marín, Ingeniero mecánico

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería  
Ingeniería Mecánica  
Medellín, Antioquia, Colombia  
2025

<b>Cita</b>	(Patiño Dueñas, 2024)
<b>Referencia</b> <b>Estilo APA 7 (2020)</b>	Patiño Dueñas, A. M (2024). <i>Evaluación del proceso de planeación y programación de las actividades preventivas de los equipos principales en la empresa Industria de Alimentos Zenú S.A.S.</i> [Informe de práctica]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Centro de documentación de ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano:** Julio César Saldarriaga Molina

**Jefe de departamento:** Pedro León Simanca

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

### **Dedicatoria**

A mi madre, mi faro en la oscuridad, que siempre iluminó mi camino con su amor incondicional. A mi padre, mi roca, que me enseñó a enfrentar los desafíos con valentía. A mi hermano, que ha sido siempre mi inspiración. A mi pareja, mi compañero de vida, que me sostiene y me anima a alcanzar mis sueños.

### **Agradecimientos**

A Juan Carlos Orrego Barrera por ser mi profesor, maestro y gran amigo. Gracias por cada enseñanza y abrirme las puertas al mantenimiento.

---

## Tabla de contenido

Resumen .....	11
Abstract .....	12
Introducción .....	13
1. Planteamiento del problema .....	15
2. Justificación.....	17
3. Objetivos .....	18
3.1. Objetivo general .....	18
3.2. Objetivos específicos.....	18
4. Marco teórico .....	19
Planeación de mantenimiento.....	19
Identificación de activos.....	20
Establecimiento de prioridades .....	21
Programación de Mantenimiento .....	21
Planificación de Recursos .....	22
Documentación y Comunicación .....	22
Revisión y Mejora Continua .....	22
TPM.....	22
Excelencia operacional.....	23
5. Metodología .....	25
5.1. Elaboración de encuesta sobre la percepción del proceso de planeación y programación de las actividades preventivas .....	25
5.1.1. Designación de valores para ponderación.....	34
5.1.2. Cálculo ponderado.....	35
5.2. Evaluación del proceso de planeación, programación y ejecución de las actividades establecidas en los planes de mantenimiento. ....	36

---

5.2.1. Cumplimiento del plan de mantenimiento .....	39
5.3. Revisión de documentación relacionada a los planes de mantenimiento.....	40
5.4. Variación de tiempos reportados vs tiempos sugeridos en el plan de mantenimiento .....	40
5.4.1. Cálculo de diferencia entre el tiempo sugerido por el plan de mantenimiento y el promedio de los tiempos reportados.....	41
5.5. Análisis de averías y modos de falla en los equipos .....	42
6. Resultados .....	43
6.6. Resultados obtenidos de la encuesta .....	43
6.7. Resultados de inspección técnica .....	45
6.7.1. Evaluación de hojas de ruta de los planes de mantenimiento .....	45
6.7.2. Balance de revisión .....	61
6.7.3. Repuestos y herramientas.....	66
6.7.4. Análisis de cumplimiento del plan de mantenimiento .....	66
6.8. Análisis de documentación del plan de mantenimiento .....	69
6.9. Variación de tiempos reportados vs tiempos sugeridos en el plan de mantenimiento .....	78
6.9.1. Cálculo de promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de los tiempos reportados.....	78
6.9.2. Cálculo de diferencia entre tiempo sugerido vs promedio de tiempo ejecutado....	84
6.10. Reporte de averías y análisis de modos de falla.....	90
6.10.1. Balance de averías por equipo.....	97
6.10.2. Análisis de modos de falla .....	98
7. Conclusiones .....	113
8. Recomendaciones.....	118
9. Referencias .....	132
10. Anexos.....	133

---

### Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Segmentación de preguntas para encuesta de percepción de la gestión de mantenimiento. ....	34
<b>Tabla 2</b> Valores de ponderación para respuestas de encuesta. ....	35
<b>Tabla 3</b> Valores para ponderación de la pregunta 11 .....	35
<b>Tabla 4</b> Horizonte de 10% para cumplimiento por oportunidad. ....	39
<b>Tabla 5</b> Frecuencia de operaciones según PM. ....	41
<b>Tabla 6</b> Datos comparativos sobre el nivel de percepción y el promedio. ....	44
<b>Tabla 7</b> Cantidad de actividades preventivas estandarizadas vs no estandarizadas. ....	61
<b>Tabla 8</b> Horas demandadas por especialidad en el plan de mantenimiento. ....	62
<b>Tabla 9</b> Cantidad de técnicos según su especialidad. ....	63
<b>Tabla 10</b> Cumplimiento de órdenes preventivas por volumen y oportunidad. ....	67
<b>Tabla 11</b> Cumplimiento por volumen y oportunidad según la especialidad. ....	67
<b>Tabla 12</b> Proyección de operaciones de los equipos según la especialidad de cada actividad. ....	69
<b>Tabla 13</b> Cumplimiento por volumen de cada uno de los equipos. ....	70
<b>Tabla 14</b> Cumplimiento por volumen de operaciones para Formadora Townsend NL 17 Smart Link. ....	71
<b>Tabla 15</b> Cumplimiento por volumen de operaciones de Formadora de Salchichas VEMAG LPG238. ....	71
<b>Tabla 16</b> Cumplimiento por volumen de operaciones de Formadora Townsend NL 17 N°1. ....	72
<b>Tabla 17</b> Cumplimiento por volumen de operaciones para Formadora Townsend NL17 N°2. ....	72
<b>Tabla 18</b> Cumplimiento por volumen de Formadora de salchichas VEMAG LPG218. ....	73
<b>Tabla 19</b> Cumplimiento por volumen de operaciones de Empacadora Powerpack 660 N°5. ....	73
<b>Tabla 20</b> Cumplimiento por volumen de Empacadora Powerpack NT 520 N°39. ....	74
<b>Tabla 21</b> Cumplimiento por volumen de operaciones para Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700. ....	75
<b>Tabla 22</b> Cumplimiento por volumen de operaciones de Grapadora automática FCA 120. ....	76
<b>Tabla 23</b> Cumplimiento por volumen de Grapadora Poly Clip FCA 3430. ....	76
<b>Tabla 24</b> Comparativo entre horas programadas vs horas no ejecutadas. ....	77
<b>Tabla 25</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Formadora Townsend NL 17 Smart Link. ....	78
<b>Tabla 26</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Formadora salchichas VEMAG LPG238. ....	79

<b>Tabla 27</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Formadora Townsend NL 17 N°1 .....	79
<b>Tabla 28</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Formadora Townsend NL17 N°2 .....	80
<b>Tabla 29</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Formadora de salchichas VEMAG LPG218 .....	80
<b>Tabla 30</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Empacadora Powerpack 660 N°5 .....	81
<b>Tabla 31</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Empacadora Powerpack NT 520 N°39.....	81
<b>Tabla 32</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700 .....	82
<b>Tabla 33</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Grapadora automática Poly Clip FCA 12083	
<b>Tabla 34</b> Coeficiente de variación de trabajo real en Grapadora automática Poly Clip FCA 3430. ....	83
<b>Tabla 35</b> Cálculo de diferencia entre el tiempo sugerido en el PM y el tiempo reportado para Formadora Townsend NL17 Smart Link .....	84
<b>Tabla 36</b> Cálculo de diferencia entre el tiempo sugerido en el PM y el tiempo reportado en Formadora salchichas VEMAG LPG238.....	84
<b>Tabla 37</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Formadora Townsend NL 17 N°1 .....	85
<b>Tabla 38</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Formadora Townsend NL17 N°2. ....	85
<b>Tabla 39</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Formadora de salchichas VEMAG LPG218. ....	86
<b>Tabla 40</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Empacadora Powerpack 660 N°5.....	86
<b>Tabla 41</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Empacadora Powerpack NT 520 N°39. ....	87
<b>Tabla 42</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700.....	88
<b>Tabla 43</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Grapadora automática Poly Clip FCA 120. ....	89
<b>Tabla 44</b> Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Grapadora automática Poly clip FCA 3430. ....	89

---

<b>Tabla 45</b> Reporte de averías para los 10 equipos en el año 2022.....	90
<b>Tabla 46</b> Reporte de averías para los 10 equipos en el año 2023.....	92
<b>Tabla 47</b> Reporte de averías para los 10 equipos en el año 2024.....	94
<b>Tabla 48</b> Modos de falla para Formadora Townsend NL 17 Smart Link. ....	99
<b>Tabla 49</b> Modos de falla para Formadora de salchichas VEMAG LPG 238. ....	100
<b>Tabla 50</b> Modos de falla de Formadora Townsend NL 17 N°1. ....	101
<b>Tabla 51</b> Modos de falla para Formadora Townsend NL 17 N°2.....	102
<b>Tabla 52</b> Modos de falla de Formadora de salchichas VEMAG LPG 218. ....	103
<b>Tabla 53</b> Modos de falla de Empacadora Power Pack 660 N°5.....	104
<b>Tabla 54</b> Modos de falla de Empacadora Power Pack NT 520 N°39 .....	105
<b>Tabla 55</b> Modos de falla de Empacadora Power Pack NT GEA - GB 700.....	107
<b>Tabla 56</b> Modos de falla de Grapadora Poly Clip FCA 120. ....	110
<b>Tabla 57</b> Modos de falla de Grapadora Poly Clip FCA 340. ....	112

---

**Lista de figuras**

<b>Figura 1</b>	Formato de inspección de planes de mantenimiento. ....	38
<b>Figura 2</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora Townsend NL 17 SMART LINK. ....	46
<b>Figura 3</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de la Formadora de salchichas VEMAG LPG238. ....	47
<b>Figura 4</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora Townsend NL17 N°1. ....	48
<b>Figura 5</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora Townsend NL17 N°2. ....	49
<b>Figura 6</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora de salchichas VEMAG LPG218. ....	50
<b>Figura 7</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Empacadora Powerpack 660 N°5. ....	52
<b>Figura 8</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Empacadora Powerpack NT 520 N°39. ....	54
<b>Figura 9</b>	Lista de chequeo de hojas de ruta de Empacadora Powerpack NT GEA-GB 700. ....	56
<b>Figura 10</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Empacadora automática Poly Clip FCA 120. ....	58
<b>Figura 11</b>	Lista de chequeo de hoja de ruta de Grapadora automática Poly Clip FCA 3430. ....	60

---

**Siglas, acrónimos y abreviaturas**

ADF	Análisis de falla
H.R.	Hoja de ruta
P.M.	Plan de mantenimiento
MTTO	Mantenimiento
G.P.	Grupo planificador
H.R.	Hoja de ruta
P.M.	Plan de mantenimiento
TAR	Tareas de alto riesgo
EC	Espacios confinados
SSMA.	Sistema
PSTA. SERV.	Puesta en servicio
CANT	Cantidad

---

### Resumen

Actualmente en la Industria de Alimentos Zenú S.A.S., el plan de mantenimiento es crucial para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos y la infraestructura, lo que, a su vez, asegura la calidad y la seguridad de los productos alimenticios. Sin embargo, se ha identificado una falta de planeación y programación adecuada de las actividades de mantenimiento que afectan la eficiencia operativa y la disponibilidad de los equipos.

Esta situación ha dado lugar a diversos problemas, como paradas no programadas, averías en los equipos, aumento en los costos de reparación y reducción en la productividad. Además, la falta de un cronograma claro y detallado ha provocado que los recursos humanos y materiales no se utilicen de manera eficiente, incrementando el riesgo de incidentes que podrían comprometer tanto la seguridad de los trabajadores como la calidad del producto final.

Por lo tanto, es necesario analizar en detalle la situación actual para identificar las causas subyacentes de esta falta de planeación y programación. Se busca, además, proponer soluciones prácticas y efectivas que permitan mejorar la gestión del mantenimiento, optimizar los recursos disponibles y garantizar la continuidad operativa de la planta de producción.

El análisis permitirá, no solo mejorar la eficiencia en la ejecución del plan de mantenimiento, sino también desarrollar estrategias que minimicen los tiempos de inactividad y maximicen la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, contribuyendo al cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad que exige la industria alimentaria.

**Palabras claves:** *Plan de mantenimiento, mantenimiento preventivo, calidad, planeación, programación, eficiencia operativa, disponibilidad.*

---

### Abstract

Currently, at Zenú S.A.S. Food Industry, the maintenance plan is crucial for ensuring the optimal functioning of equipment and infrastructure, which in turn guarantees the quality and safety of food products. However, a lack of adequate planning and scheduling of maintenance activities has been identified, affecting operational efficiency and equipment availability.

This situation has led to various problems, such as unplanned shutdowns, equipment failures, increased repair costs, and reduced productivity. Additionally, the absence of a clear and detailed schedule has resulted in inefficient use of human and material resources, increasing the risk of incidents that could compromise both worker safety and the quality of the final product.

Therefore, it is necessary to analyze the current situation in detail to identify the underlying causes of this lack of planning and scheduling. Furthermore, the aim is to propose practical and effective solutions to improve maintenance management, optimize available resources, and ensure the continuous operation of the production plant.

The analysis will not only improve the efficiency of executing the maintenance plan but also develop strategies to minimize downtime and maximize equipment availability and reliability, contributing to compliance with the quality and safety standards required by the food industry.

**Keywords:** *Maintenance plan, preventive maintenance, quality, planning, scheduling, operational efficiency, availability.*

---

## Introducción

La Industria de Alimentos Zenú S.A.S. cuenta con 4 líneas de producción de productos cárnicos, estas líneas comprendidas en la producción de salchichas, jamones y especiales, barras (mortadela y salchichón) y larga vida. Cada línea cuenta con un jefe de producción y un coordinador de mantenimiento, donde cada uno desempeña un rol dentro de la operación. El jefe de producción es el encargado de supervisar la ejecución del proceso y el cumplimiento de la elaboración de los volúmenes de producción, mientras que el coordinador de mantenimiento se encarga de supervisar la ejecución del mantenimiento, mejoras, instalación de nuevos equipos y grandes intervenciones.

En la empresa se cuenta con dos tipos de planeación, una táctica y otra operativa; para la planeación táctica se tiene un horizonte de un año en adelante, en el que se prevé el presupuesto del año siguiente, grandes intervenciones, cambios de equipos, mantenimientos a gran escala, mientras que la planeación operativa se realiza a tres meses, es con esta planeación que se deben asegurar los repuestos para los mantenimientos preventivos, se deben negociar los espacios de intervención y supervisar la ejecución del presupuesto.

La planta cuenta actualmente con más de 1.200 equipos operativos, comprendidos en toda la planta de producción, generación y el centro de distribución. El equipo de mantenimiento es liderado por el jefe de mantenimiento José Marín, quien tiene a cargo 3 coordinadores de mantenimiento, 1 coordinador de generación, 1 coordinador de ingeniería y 5 auxiliares de mantenimiento. Por otra parte, el equipo de mantenimiento planta cuenta con 18 técnicos mecánicos, 10 técnicos eléctricos, 5 técnicos electrónicos y 4 técnicos instrumentistas.

Con la plantilla de 37 técnicos se debe cubrir la ejecución de los planes de mantenimiento, proyectos de ingeniería, mejoras, documentación de actividades, atención a planta, entre otras actividades. Los encargados de programar cada una de las actividades de los técnicos son los coordinadores Javier Zuluaga, Fredy Palacio y Sergio Palacio. Este proceso se realiza por medio de un archivo Excel con información exportada previamente de SAP ERP.

El equipo de mantenimiento implementó por muchos años la metodología TPM en la ejecución del mantenimiento y la gestión de activos; dicha metodología ya no es usada en su totalidad y sólo quedan algunos pilares en uso dentro de la planta. Actualmente se usa la metodología de excelencia operacional tanto para las líneas de producción como para mantenimiento.

El presente trabajo se realizará a través de un análisis de los procesos de mantenimiento actuales, incluyendo la revisión de registros históricos de mantenimiento, entrevistas con el personal clave, y la evaluación de los recursos materiales y humanos disponibles. Con base en este análisis, se desarrollarán estrategias de mejora que permitan la implementación de un plan de mantenimiento más eficiente y efectivo, asegurando la continuidad operativa de la planta y el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad exigidos por la industria alimentaria.

## 1. Planteamiento del problema

En el análisis preliminar de la situación actual del proceso de planeación y programación de las actividades contenidas en el plan de mantenimiento de los distintos equipos ha permitido identificar que actualmente no existe un proceso de planeación para el cumplimiento de dichas actividades. Esta falta de planeación y programación ha generado una serie de inconvenientes operativos que afectan negativamente la eficiencia de la planta, incluyendo paradas no programadas, averías frecuentes en los equipos, aumento de los costos de reparación y una reducción en la productividad general.

Además, la ausencia de un cronograma claro y detallado ha llevado a un uso ineficiente de los recursos humanos y materiales, incrementando el riesgo de incidentes que podrían comprometer tanto la seguridad de los trabajadores como la calidad del producto final. Por lo tanto, el problema principal a abordar es la ineficiencia en la gestión del mantenimiento debido a la falta de planeación y programación de las distintas actividades.

En el presente trabajo se abordará la evaluación del proceso de planeación y programación de los 10 equipos que fueron catalogados como de “confiabilidad” en el año 2024 debido al alto índice de incurrancia en las averías, los altos costos asociados al mantenimiento y que estos equipos representan un foco en la producción debido a que son indispensables en cada uno de los procesos; dicha selección se realizó previamente a ejecución de la práctica académica de quien elabora este informe.

De dichos equipos se realizó una inspección técnica del estado actual del plan de mantenimiento, la información que fue documentada, así como el reporte de anomalías y averías desde el 1 de enero del 2022 al 31 de agosto del 2024. Los equipos no componen una línea específica de producción, sino que corresponden a diferentes ubicaciones técnicas. A continuación, se listan dichos equipos de la planta Medellín:

- FORMADORA TOWNSEND NL 17 SMART LINK
- EMPACADORA POWERPACK NT GEA -GB 700
- FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG218
- GRAPADORA AUTOMATICA POLY CLIP FCA 120
- FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG238
- EMPACADORA POWERPACK 660 N°5
- EMPACADORA POWER PACK NT 520 N°39

- FORMADORA TOWNSEND NL17 N°1
- FORMADORA TOWNSEND NL17 N°2
- GRAPADORA POLYCLIP FCA 3430 (1)

Es importante aclarar que para la Formadora de salchichas VEMAG LPG238 sólo se tiene información desde el año 2023, ya que es un equipo nuevo que fue instalado en dicho año.

## **2. Justificación**

La evaluación del proceso de planificación y programación del mantenimiento, solicitada por el jefe de mantenimiento, tiene como objetivo principal identificar las principales deficiencias y oportunidades de mejora en el proceso actual de mantenimiento de las líneas de producción de alimentos. A través de un análisis detallado de los datos históricos, entrevistas con el personal involucrado y observaciones directas, se busca obtener un diagnóstico preciso que permita formular recomendaciones específicas para optimizar la gestión de los activos y garantizar la continuidad operativa de la planta.

Se espera que los resultados de esta evaluación proporcionen una hoja de ruta clara para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento más eficiente y efectivo, contribuyendo así a mejorar la confiabilidad de los equipos, reducir los costos de mantenimiento y aumentar la disponibilidad de la planta.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Realizar la evaluación del proceso de planeación y programación de los planes de mantenimiento preventivos en los equipos principales de producción en la empresa de Industria de Alimentos Zenú S.A.S. por medio de la revisión documental, aplicación en campo de los documentos correspondientes y acompañamiento a labores del personal técnico.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Realizar por medio de una encuesta el sondeo del estado actual del proceso de planeación y programación de las actividades establecidas en los planes de mantenimiento a las personas que componen actualmente el equipo de mantenimiento y producción de la planta Medellín.
- Realizar la revisión en campo del proceso de planeación, programación y ejecución de las actividades establecidas dentro de los planes de mantenimiento preventivo.
- Revisar la documentación de las operaciones proyectadas por SAP de los planes de mantenimiento, así como las actividades documentadas por los técnicos y los tiempos reportados en dichas operaciones.
- Verificar cuál es la variación de los tiempos de trabajo establecidos en los planes de mantenimiento con los reportados por los técnicos al ejecutar las actividades preventivas.
- Analizar las averías presentadas en los distintos equipos de la planta para determinar sus modos de falla.
- Medir el backlog de las tareas, ordenes de trabajo y/o solicitudes de mantenimiento que interfieran en la disponibilidad de los equipos y los recursos de la planta.
- Evaluar los resultados obtenidos de las actividades de análisis.

#### 4. Marco teórico

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que tienen como objetivo conservar o restablecer un equipo o sistema a un estado en el que pueda realizar la función requerida. Para el caso de la planificación del mantenimiento este se basa en la implementación de distintos tipos de mantenimiento, donde cada una cuenta con características y objetivos específicos, tales como el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo buscando el equilibrio entre la optimización de los recursos y la minimización de riesgos debido a la operación de los equipos.

Para el caso del Mantenimiento Preventivo se tiene la implementación de distintas tareas de inspección, limpieza, lubricación y ajuste de los equipos, en intervalos de tiempo definidos de tal manera que sea posible prevenir las anomalías recurrentes o en consecuencia las averías que impiden el funcionamiento de estos. Por otra parte, el mantenimiento correctivo consiste en dejar correr una anomalía presente en un equipo hasta su avería para posteriormente repararlo o reemplazar las partes en mal estado. Finalmente, el mantenimiento predictivo se basa en utilizar diferentes técnicas de monitoreo y análisis de datos que permitan predecir la aparición de fallas y/o averías de tal manera que se puedan programar las intervenciones de mantenimiento.

#### Planeación de mantenimiento

Al hablar de la planeación del mantenimiento se debe tener un equilibrio entre los tres tipos de mantenimiento mencionados anteriormente, de tal manera que se asegure la optimización de los recursos y se minimicen las paradas inesperadas (averías). Al realizar la planeación de los distintos equipos se deben tener en cuenta aspectos importantes, como la obsolescencia tecnológica que estos pueden tener debido a la rápida evolución del mercado, lo cual puede conllevar a dificultades en la disponibilidad de los repuestos.

Por otra parte, un desafío importante es la escasez de mano de obra calificada y cualificada de los técnicos de mantenimiento, lo cual puede conllevar a una limitación en la capacidad de ejecución de las tareas previamente planeadas, ya que, en muchos casos las empresas cuentan con técnicos que han basado su mantenimiento en la experiencia que estos han tenido a lo largo del tiempo, dejando a un lado la documentación técnica que a largo plazo puede ser útil para realizar transferencia de conocimiento del mantenimiento.

Es por esto por lo que el presente trabajo se basa en el libro *Planeación de mantenimiento* (Orrego Barrera) ya que debido a su amplia experiencia en la gestión de activos confiables ofrece

---

un panorama práctico de como implementar estrategias de mantenimiento efectivas y eficientes que ayuden en la operatividad de la planta.

Según lo descrito por Orrego Barrera es importante estructurar la planeación de manera sistemática, de tal forma que los objetivos que se tracen a lo largo del proceso sean claros y sobre todo alcanzables para cada uno de los integrantes de la operación. Por lo tanto, al construir la estrategia de planeación se propone crear un proceso dividido en varias fases interrelacionadas, tales como la definición de objetivos, el análisis de los equipos y sus planes de mantenimiento, la implementación de estrategias y seguimiento, la mejora continua, la aplicación de herramientas y técnicas y la inclusión de todos los niveles de la operación.

Al establecer los objetivos de la planeación es importante tener en cuenta que el enfoque conlleve a maximizar la vida útil de los equipos a través de inspecciones periódicas, la lubricación y el ajuste de sus componentes. Al realizar una identificación de anomalías por medio de dichas inspecciones se puede permitir evitar fallas que interrumpan la producción del producto, optimizado el recurso y mejorando la eficiencia operativa. Todo lo anterior conlleva a un aumento en la confiabilidad de los equipos, lo que se traduce en una mayor disponibilidad y reducción de tiempos de inactividad por paradas no programadas.

Una vez se tienen los objetivos trazados es importante tener en cuenta la identificación de activos, el establecimiento de las prioridades y la determinación de actividades, tal y como se explica a continuación:

### ***Identificación de activos***

En la planeación del mantenimiento es necesario realizar la identificación completa y detallada de todos los equipos que requieren mantenimiento dentro de la organización. Esta fase implica crear un inventario exhaustivo de equipos, maquinaria, sistemas, y otros recursos que forman parte de la operación. La identificación es fundamental porque permite a los responsables del mantenimiento tener una visión clara de todos los elementos que necesitan ser gestionados.

Esta etapa también implica la clasificación de activos según su criticidad, es decir, la importancia de cada equipo o sistema para la operación general o su línea de producción. Según Orrego Barrera los activos críticos son aquellos cuya falla podría causar interrupciones significativas, tanto en términos de producción como de seguridad. Estos activos suelen priorizarse en la planificación del mantenimiento, ya que su funcionamiento es esencial para la continuidad operativa.

---

### ***Establecimiento de prioridades***

Una vez son identificados los activos, se deben establecer las prioridades en función de varios criterios, entre los que se incluyen:

***Criticidad:*** Es fundamental tener en cuenta que los activos críticos deben ser priorizados. La criticidad se evalúa en función del impacto que tendría la falla de un activo en la operación general de la empresa. Un ejemplo útil sería un generador eléctrico en una planta de producción, ya que puede ser considerado de alta criticidad porque su falla detendría toda la operación.

***Estado Actual:*** La condición actual de los activos también juega un papel importante. Aquellos que muestran signos de deterioro o que tienen un historial de fallos recurrentes deben recibir mayor atención en la planificación.

***Costo de Mantenimiento vs. Costo de Falla:*** Los costos juegan un papel muy importante en la planeación, debido a que se debe evaluar el costo de realizar el mantenimiento frente al costo potencial de una falla. En algunos casos, puede ser más económico realizar mantenimientos regulares que arriesgarse a una falla catastrófica que podría resultar en costos de reparación mucho más altos y en pérdidas de producción.

### **Programación de Mantenimiento**

La programación de mantenimiento implica la asignación temporal y la organización de recursos para llevar a cabo las actividades previamente planificadas. Su principal objetivo es optimizar el uso eficiente de los recursos disponibles, como personal, repuestos y herramientas, al mismo tiempo que se minimiza el tiempo de inactividad de los equipos. Según Orrego Barrera (2023), una programación efectiva debe garantizar la disponibilidad de todos los recursos necesarios en el momento adecuado, evitando retrasos que puedan afectar la ejecución de las tareas programadas. Además, es crucial coordinar las actividades de mantenimiento dentro de las ventanas de tiempo en las cuales los equipos pueden ser detenidos sin afectar la operación general, lo que ayuda a reducir al mínimo las interrupciones.

Asimismo, la programación requiere un seguimiento y control riguroso para asegurar que las actividades se ejecuten según lo planificado y en el tiempo estipulado. Esto incluye la monitorización continua del progreso de las tareas, lo que permite identificar y corregir cualquier desviación del plan original de manera oportuna. De esta manera, se garantiza que el

---

mantenimiento se realice de manera eficiente, contribuyendo a la confiabilidad y disponibilidad de los equipos y sistemas dentro de la organización.

### ***Planificación de Recursos***

Una parte fundamental es la planificación de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. Esto incluye la asignación de personal calificado, la disponibilidad de repuestos y herramientas, y la programación del tiempo necesario para completar cada tarea.

Tener en cuenta las capacidades del personal y la disponibilidad de los recursos al planificar el mantenimiento es fundamental dentro del proceso de planeación ya que de esto dependerá la ejecución de las tareas y la administración del recurso. Es crucial asegurarse de que el equipo humano esté adecuadamente capacitado y que los repuestos y herramientas estén disponibles cuando sean necesarios para evitar retrasos.

### ***Documentación y Comunicación***

Por otra parte, un aspecto clave es la importancia de documentar todos los aspectos del proceso de planificación de mantenimiento. Esto incluye mantener registros detallados de las actividades de mantenimiento realizadas, los recursos utilizados, el tiempo empleado y los resultados obtenidos. Esta documentación es esencial para el seguimiento y la mejora continua del proceso de mantenimiento.

### ***Revisión y Mejora Continua***

Finalmente, se deben realizar revisiones periódicas de los planes de mantenimiento y la implementación de mejoras basadas en el análisis de los resultados. Esto implica evaluar el desempeño de los planes de mantenimiento, identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario. La mejora continua es un principio clave en la gestión del mantenimiento según lo establecido en la **ISO 55000**, y así alcanzar un enfoque proactivo que sea esencial para mantener la eficacia a largo plazo.

## **TPM**

El *Mantenimiento Productivo Total* (TPM) es una filosofía de gestión que busca maximizar la eficiencia y la vida útil de los equipos a través de la participación de todos los empleados en el mantenimiento. Se trata de un enfoque proactivo que va más allá de las tareas de mantenimiento tradicionales, involucrando a todos los niveles de la organización en la mejora continua.

El TPM se basa en ocho pilares fundamentales:

1. Mantenimiento autónomo
2. Mantenimiento planeado
3. Educación y entrenamiento
4. Mejoras enfocadas
5. Control inicial
6. Eficiencia administrativa
7. Seguridad, higiene y gestión ambiental
8. Mantenimiento de calidad

Esta metodología busca eliminar las fallas inesperadas en los equipos (cero averías), garantizar que los equipos cumplan con los estándares de calidad y mitigando las pérdidas de producción asociadas a los tiempos de inactividad, defectos y reprocesos.

La implementación del TPM separa dos términos parecidos pero que dentro de su contexto tienen impactos diferentes, uno de ellos es *Avería* y el otro es *Anormalidad*. La *Avería* se da cuando el equipo pierde por completo su función, mientras que la *Anormalidad* se da cuando no se interrumpe el funcionamiento del equipo. Cada uno de ellos entran dentro de un aviso en SAP y son atendidos por los técnicos o los operarios según sea el requerimiento.

### **Excelencia operacional**

La excelencia operacional en el mantenimiento se refiere a la búsqueda continua de la mejora en todos los aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos e instalaciones. Se trata de optimizar los procesos, reducir los costos, aumentar la eficiencia y garantizar la máxima disponibilidad de los equipos. Por lo tanto, consiste en llevar el mantenimiento al más alto nivel de desempeño posible por medio de la implementación de diversas metodologías como el TPM con la mejora continua de los procesos, el RCM para la optimización de la confiabilidad de los equipos y la gestión de activos asegurando la optimización eficiente de los recursos.

Esta metodología va más allá de las tareas rutinarias de mantenimiento, abarcando la mejora continua, la participación de todos los empleados y la alineación con los objetivos estratégicos de la organización. Este concepto se basa en la idea de que todos los procesos de mantenimiento pueden ser optimizados, desde la planificación hasta la ejecución y el seguimiento.

Al implementar la excelencia operacional, las empresas buscan maximizar la disponibilidad de los equipos, reducir los costos de mantenimiento, mejorar la calidad de los productos y servicios, y aumentar la seguridad en el lugar de trabajo. Esto se logra a través de la identificación y eliminación de las pérdidas, la optimización de los recursos y la mejora continua de los procesos.

## 5. Metodología

### 5.1. Elaboración de encuesta sobre la percepción del proceso de planeación y programación de las actividades preventivas

Para la realización de esta encuesta se tuvieron en cuenta los aspectos relacionados a la gestión de mantenimiento, donde se buscaba medir cuál era la percepción del equipo de mantenimiento con respecto al proceso de planeación y programación de las distintas actividades realizadas en la planta. Dicha encuesta fue realizada al equipo de mantenimiento, el cual se encuentra constituido por:

- Jefe de mantenimiento: José Andrés Marín
- Coordinador turno 1: Jhon Fredy Palacio (Línea de salchichas)
- Coordinador turno 2: Sergio Palacio Molina (Línea de barras y abastecimiento)
- Coordinador turno 3: Javier Augusto Zuluaga (Línea de jamones y especiales)
- Coordinador turno 4: Cesar Augusto Román (Generación y suministro)
- Coordinador turno 4: Juan Carlos Uribe (Proyectos e ingeniería)
- Auxiliar de mantenimiento transversal: José Alejandro Suárez

Cada uno de los coordinadores es el responsable de supervisar, gestionar, programar, diseñar, etc., todas las actividades relacionadas con las líneas de producción y los proyectos de ingeniería de la planta.

Para realizar la encuesta se formularon un total de 51 preguntas y se aplicará por medio de un formulario de Google; dichas preguntas se muestran a continuación:

1. ¿Cuál es su tiempo de llave en mano/productividad de mantenimiento actual?
  - a) Menor al 40%
  - b) Menor al 55%
  - c) Menor al 70%
  - d) No lo mido
2. ¿Cuál es el tamaño de su equipo de mantenimiento, expresado en porcentaje del personal operativo tiempo completo, incluidos los contratistas? =  $(\text{Total de personas tiempo completo mantenimiento} / \text{total del personal operativo y administrativo de la planta}) \times 100$ 
  - a) Menor al 3%

- 
- b) Menor al 5%
  - c) Menor al 10%
  - d) No lo sé
3. ¿El plan de mantenimiento puede evidenciar con cifras como aporta al cumplimiento de las metas organizacionales?
    - a) Si
    - b) No
    - c) Tal vez
  4. ¿Existe una metodología definida (TPM, RCM, PMO) que genere los lineamientos para definir los planes de mantenimiento?
    - a) Si
    - b) No
    - c) Tal vez
  5. ¿Están documentados y claros los Acuerdos de Nivel de Servicio con las otras áreas de la organización que permitan tener claros las necesidades de los "clientes" de mantenimiento?
    - a) Si
    - b) No
    - c) Tal vez
  6. ¿Las solicitudes de trabajo para el mantenimiento son completas y precisas (Modos de falla identificables)?
    - a) Si
    - b) No
    - c) Tal vez
  7. ¿Las solicitudes de trabajo son revisadas, aprobadas o no y priorizadas por el planeador con apoyo del equipo administrativo de mantenimiento?
    - a) Si
    - b) No
    - c) Tal vez
  8. ¿Las actividades de planeación surgen de los manuales de mantenimiento de los equipos?

- 
- a) Si  
b) No  
c) Tal vez
9. ¿Utiliza un método entendible y cuantitativo para priorizar nuevas solicitudes de trabajo, como una matriz de criticidad?
- a) Si  
b) No  
c) Tal vez
10. ¿El Mantenimiento de emergencia, entendido como "trabajo que rompe el programa semanal ya congelado", se mide semanalmente y se monitorea activamente?
- a) Si  
b) No  
c) Tal vez
11. ¿La cantidad de mantenimiento de emergencia "trabajo que rompe el programa semanal ya congelado" es:
- a) Menos del 5%  
b) Menos del 15%  
c) Menos del 30%  
d) No se
12. ¿Las actividades de planeación tienen un indicador que permite saber cuánto falta por planificar en la planta?
- a) Si  
b) No  
c) Tal vez
13. ¿El planificador de mantenimiento está claramente identificado en la organización y tiene experiencia técnica en la disciplina que está planificando?
- a) Si  
b) No  
c) Tal vez
14. ¿El planificador de mantenimiento ha sido capacitado en la planificación del mantenimiento y ha sido evaluado como competente por una entidad competente?

- 
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
15. ¿El planificador de mantenimiento visita rutinariamente los sitios de trabajo como parte del proceso de planificación y está en la planta todos los días?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
16. ¿Todos los materiales, herramientas, servicios, variables a controlar y requisitos para un trabajo están identificados o referidos en la orden de trabajo?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
17. ¿El planificador de mantenimiento hace coincidir los detalles del paquete de trabajo con la complejidad y el riesgo asociado con las actividades a realizar?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
18. ¿El planificador de mantenimiento mantiene la biblioteca de planes de trabajo para el trabajo de mantenimiento preventivo y correctivo?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
19. ¿Los formularios de comentarios sobre el trabajo se utilizan habitualmente para solicitar retroalimentar sobre los planes de trabajo?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
20. ¿El planificador de mantenimiento no trabaja en la semana actual, tiene tiempo suficiente para completar toda la planificación de trabajo requerida y no está sobrecargado de tareas administrativas?

- 
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
21. ¿El planificador de mantenimiento verifica constantemente los materiales y cualquier cambio de alcance/fecha antes de que el trabajo planificado se configure como "Listo para ejecutar" y se le permita entrar en la reunión de programación?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
22. ¿Existe un proceso documentado y se utiliza constantemente para empacar, etiquetar y disponer del material, insumos y herramientas requeridas?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
23. ¿Hay un puesto de Programador de mantenimiento designado en la organización de mantenimiento?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
24. ¿Las funciones y responsabilidades del Programador están claramente definidas y formalmente documentadas?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
25. ¿El programador de mantenimiento ha sido capacitado y evaluado como competente por una entidad competente?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
26. ¿Ejecutan una programación semanal o quincenal congelada y con borradores para semanas futuras?

- 
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
27. ¿El programa semanal o quincenal congelado solo contiene órdenes de trabajo listas para ejecutar con todos los materiales confirmados en el sitio?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
28. ¿El programa semanal o quincenal congelado está aprobado y es propiedad de alguien con autoridad, por ejemplo, el Gerente de producción / Gerente de planta / Gerente de mantenimiento?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
29. ¿El cronograma está activamente protegido contra cambios, es decir, los cambios deben ser aprobados por la persona que aprueba el cronograma congelado (por ejemplo, gerente de producción, gerente de planta o gerente de mantenimiento)?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
30. ¿El cronograma se construye cargando recursos al 100% de la capacidad disponible y no deja espacio para pausas en el trabajo?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
31. ¿El Coordinador de Mantenimiento asigna los trabajos del Programa Semanal Congelado a los Técnicos de Mantenimiento?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces

- 
32. ¿El Supervisor de Mantenimiento gestiona cualquier mantenimiento de emergencia que surja durante la semana congelada?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
33. ¿El Supervisor de Mantenimiento supervisa cualquier trabajo de Mantenimiento Emergente que surja durante la ejecución del trabajo?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
34. ¿El cumplimiento del cronograma se mide consistentemente para cada cronograma semanal congelado, se analiza y mejora?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
35. ¿El programador de mantenimiento agrupa el trabajo ubicación, por equipo, tipo de trabajo, especialidad, competencia y/o proveedor para impulsar la eficiencia?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
36. ¿Los detalles del trabajo inicial, las horas, los materiales, los daños y los códigos de falla se capturan de manera consistente en la orden de trabajo del CMMS antes de que se cierre un trabajo?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
37. ¿El Supervisor de Mantenimiento verifica la calidad del historial de trabajo proporcionado por los técnicos y asegura el ingreso oportuno de la información?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces

- 
38. ¿Se ha implementado un tablero con métricas de rendimiento de planificación, programación y ejecución de mantenimiento completo con objetivos acordados?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
39. ¿Los líderes de mantenimiento y operaciones revisan el tablero con métricas de rendimiento de planificación, programación y ejecución de mantenimiento al menos una vez al mes?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
40. ¿Los supervisores revisan semanalmente las métricas específicas de rendimiento de la planificación, programación y ejecución del mantenimiento?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
41. ¿Ha designado formalmente a alguien para la salud de su proceso de Planificación, programación y ejecución de mantenimiento (es decir, ha designado a un Propietario del proceso)?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
42. ¿El Propietario del Proceso para la Planificación, Programación y ejecución del Mantenimiento realiza Auditorías Anuales del Proceso?
- a) Si
  - b) No
  - c) Algunas veces
43. ¿El tiempo no productivo se captura a través de la escritura de tiempos y se analiza para identificar áreas de mejora?
- a) Si
  - b) No

- 
- c) Algunas veces
44. ¿Tiene un proceso documentado de planificación, programación y ejecución de mantenimiento, es bien conocido, entendido y respetado?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
45. ¿Dispone de una matriz de roles y responsabilidades para el área de mantenimiento?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
46. ¿Tiene descripciones de roles, responsabilidades y alcances formales para el planificador, el programador y el supervisor de mantenimiento, y se cumplen?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
47. ¿En la descripción de roles, está claro los conocimientos y experiencia requerido para cada cargo?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
48. ¿Se dispone de un plan de carrera dentro del área de mantenimiento ligado a competencias y no a antigüedad?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez
49. ¿Se evalúan con una frecuencia no mayor a tres años las competencias y habilidades del personal de mantenimiento?
- a) Si
  - b) No
  - c) Tal vez

50. ¿Las líderes operaciones, mantenimiento y otras áreas entienden los beneficios de la planificación y programación del mantenimiento y refuerzan estos beneficios públicamente y en discusiones individuales?

- a) Si
- b) No
- c) Algunas veces

51. ¿Las acciones y decisiones de los líderes del negocio sitio respaldan constantemente la importancia de la planificación y programación del mantenimiento?

- a) Si
- b) No
- c) Algunas veces

### ***5.1.1. Designación de valores para ponderación***

Esta encuesta está diseñada para evaluar 11 aspectos importantes a la hora de realizar la planeación y programación de las actividades correspondientes de mantenimiento. Para esto, fue necesario realizar una segmentación de la encuesta de tal manera que fuera posible hacer un estimado de la percepción del proceso actual de manera cuantitativa, tal y como es posible observar en la **Tabla 1**.

**Tabla 1**

*Segmentación de preguntas para encuesta de percepción de la gestión de mantenimiento.*

Sección	Preguntas correspondientes
Sondeo inicial	1 y 2
Proceso empresarial	3, 4 y 5
Identificar y priorizar	6, 7, 8, 9 y 10
Planificar el trabajo	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19
Programación del trabajo	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 y 28
Supervisar el programa de trabajo	29, 30 y 31
Ejecutar el trabajo	32 y 33
Cerrar el trabajo	34 y 35
Revisar y mejorar	36 y 37
Evaluación de competencia	38, 39, 40, 41, 42 y 43
Liderazgo	44, 45, 46, 47, 48 y 49
General	50 y 51

Cada una de las opciones de respuesta fueron calificadas de 0 a 5 para poder calcular un valor ponderado de la percepción del proceso de planeación y programación del mantenimiento en la planta. Los valores ponderados que se le dieron a cada una de las respuestas se muestran en la **Tabla 2**.

**Tabla 2**

*Valores de ponderación para respuestas de encuesta.*

<b>Respuesta</b>	<b>Ponderación</b>
Si	5
Tal vez	1
Algunas veces	1
No	0

Para el caso de la pregunta 11 "¿La cantidad de mantenimiento de emergencia "trabajo que rompe el programa semanal ya congelado" es:" se tienen cuatro respuestas:

- a) Menos del 5%
- b) Menos del 15%
- c) Menos del 30%
- d) No se

Para la ponderación de cada una de las respuestas se dieron los valores plasmados en la **Tabla 3**.

**Tabla 3**

*Valores para ponderación de la pregunta 11*

<b>Respuesta</b>	<b>Puntaje</b>
Menos del 5%	5
Menos del 15%	3
Menos del 30%	2
No sé	0

### **5.1.2. Cálculo ponderado**

Para poder calcular un valor cuantitativo, lo que se planteó fue un promedio entre cada una de las respuestas de las secciones correspondientes, para que según la respuesta que se seleccionaba se pudiera dar un estimado de la percepción que se tiene en el equipo del proceso de planeación y programación.

Por lo tanto, se plantearon las siguientes fórmulas en *Google Sheets* para que el cálculo ponderado fuera mucho más sencillo:

$$\text{Sección proceso empresarial: } \frac{P_3 + P_4 + P_5}{3}$$

$$\text{Sección identificar y priorizar: } \frac{P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10}}{5}$$

$$\text{Sección planificar el trabajo} = \frac{P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{14} + P_{15} + P_{16} + P_{17} + P_{18} + P_{19}}{9}$$

$$\text{Sección Programación del trabajo} = \frac{P_{20} + P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{24} + P_{25} + P_{26} + P_{27} + P_{28}}{9}$$

$$\text{Sección supervisar el programa de trabajo} = \frac{P_{29} + P_{30} + P_{31}}{3}$$

$$\text{Sección ejecutar el trabajo} = \frac{P_{32} + P_{33}}{2}$$

$$\text{Sección cerrar el trabajo} = \frac{P_{34} + P_{35}}{2}$$

$$\text{Sección revisar y mejorar} = \frac{P_{36} + P_{37}}{2}$$

$$\text{Sección evaluación de competencia} = \frac{P_{38} + P_{39} + P_{40} + P_{41} + P_{42} + P_{43}}{6}$$

$$\text{Sección liderazgo} = \frac{P_{44} + P_{45} + P_{46} + P_{47} + P_{48} + P_{49}}{6}$$

$$\text{Sección general} = \frac{P_{50} + P_{51}}{2}$$

Finalmente, al tener la ponderación individual de las secciones, se debe hacer un promedio entre las 7 personas que participaron en la encuesta; ya con esto se obtiene un valor ponderado general del proceso de planeación y programación de las actividades correspondientes al equipo de mantenimiento.

## **5.2. Evaluación del proceso de planeación, programación y ejecución de las actividades establecidas en los planes de mantenimiento.**

En la Industria de alimentos Zenú S.A.S. se realizan dos tipos de planeación, una táctica y una operativa. La planeación táctica consiste en establecer en un período superior a tres meses la gestión de actividades relacionadas con ingeniería de proyectos, como montajes de nuevos equipos, actualizaciones tecnológicas, overhall, reparaciones que impliquen grandes intervenciones, entre

otros; con esta planeación se construye la proyección del presupuesto del año siguiente y se realizan las solicitudes con producción para esos espacios de intervención.

Con esto, se pudo establecer cómo se realizaba el proceso de negociación entre las líneas de producción y el área de mantenimiento, la reunión se realiza una vez al mes, donde se establecen la mayor parte de los espacios y se programan dichas actividades.

Por otra parte, está la planeación operativa, que se realiza en un horizonte inferior a tres meses, con la cual se prevén aquellos mantenimientos cotidianos o que requieren de la activación de un proveedor externo; pero, no se verifica la disponibilidad de los repuestos ni de permisos necesarios para la realización de tareas de alto riesgo.

Una de las herramientas utilizadas por parte del equipo para la gestión del mantenimiento, es SAP ERP, con la cual se realiza la gestión documental relacionada al área de mantenimiento. Mes a mes se hace una proyección de órdenes preventivas por medio de la transacción IP24 en SAP con la cual se toman todos los grupos planificadores, pero, sólo se tienen en cuenta las del grupo planificador 100, correspondiente a Mantenimiento Planta.

Una vez se tienen las órdenes preventivas, se procede a tomar estas órdenes y llevarlas a la transacción IW39, con la que se monitorea el cumplimiento por volumen y oportunidad y se es posible visualizar cuáles son las órdenes abiertas. Finalmente, se llevan esas mismas órdenes a la transacción IW37N para poder tener la proyección de operaciones por especialidades, así como los tiempos de "Trabajo" sugeridos por el plan de mantenimiento.

Para realizar la inspección técnica del contenido de las hojas de ruta de cada uno de los planes de mantenimiento se construyó una lista de chequeo en Microsoft Excel, tal y como se muestra en la **Figura 1**, dicha tabla ayudará a determinar si los planes de mantenimiento de los 10 equipos críticos contienen los estándares necesarios para su ejecución según lo sugerido en la gestión de mantenimiento. Es posible catalogar a un procedimiento como estándar cuando cuenta con los siguientes ítems:

- Nombre de la máquina
- Sistema / parte
- ¿A qué procedimiento se refiere? (inspección, ajuste, cambio, etc.)
- ¿Cómo se hace? (procedimiento paso a paso)
- ¿Con qué se hace? (especialidad de mano de obra, repuesto, herramienta, permisos para tareas de alto riesgo, frecuencia, duración y costos)

**Figura 1**

*Formato de inspección de planes de mantenimiento.*

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																		
EQUIPO																		
G.P.	H.R.	STATUS SISTEMA																
PSTA. SERV.	P.M.	UBICACIÓN TÉCNICA																
CÓDIGO SAP	ACTIVO FIJO																	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																		
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD)	MANO DE OBRA	¿CON QUÉ SE HACE?									N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO									
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO							
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													
					<input type="checkbox"/>													

### 5.2.1. *Cumplimiento del plan de mantenimiento*

Para el monitoreo del cumplimiento de las distintas actividades preventivas se tienen unas directrices a nivel negocio, donde se contemplan dos indicadores de seguimiento, uno de ellos consiste en el cumplimiento por volumen y el otro sería un cumplimiento por oportunidad.

Por medio de las transacciones IW32 e IW37N se contemplará la proyección de órdenes y operaciones preventivas. Cabe resaltar que una orden puede contener operaciones de todas las especialidades con distintas frecuencias.

El cumplimiento por volumen consiste en verificar si la orden fue ejecutada, para este caso no se tiene en cuenta la fecha en la cual se realizaron las distintas operaciones de la orden, sino que solamente se constata que cada una de las actividades proyectadas se hayan realizado.

Por otra parte, para el cumplimiento por oportunidad se tiene en cuenta cuál es la fecha en la cual se ejecutó la orden, dependiendo de la fecha en la cual se ejecutó la orden se define un horizonte de cumplimiento de un 10%, donde dependiendo de la frecuencia con la cual se lanza la orden, esta tendrá un 10% de oportunidad para su cumplimiento. En la **Tabla 4** se definen los horizontes de cumplimiento según las frecuencias definidas dentro de los planes de mantenimiento.

**Tabla 4**

*Horizonte de 10% para cumplimiento por oportunidad.*

<b>Frecuencia</b>	<b>Horizonte del 10% de oportunidad</b>
Semanal	1 día
Quincenal	2 días
Mensual	3 días
Bimensual	6 días
Trimestral	9 días
Cuatrimestral	12 días
Semestral	18 días
Anual	36 días
Bianual	72 días
Quinquenal	182 días

\*Este porcentaje para cumplimiento por oportunidad se tiene en la fecha de inicio programado por encima y por debajo un 10%, por lo tanto, en caso de que la orden se ejecute en dicho rango de tiempo podrá cumplir por volumen y por oportunidad.

El cumplimiento por volumen y oportunidad se calculará para el año 2023 y 2024, se tendrán en cuenta según la transacción IW37N la cantidad de operaciones proyectadas y cuál fue según el porcentaje de cumplimiento la cantidad de operaciones ejecutadas. Para el caso del cumplimiento de órdenes se realizará por medio de la transacción IW32 y se verificará la cantidad de órdenes que fueron proyectadas a realizar para ver cuál es su porcentaje de cumplimiento por volumen y oportunidad.

### **5.3. Revisión de documentación relacionada a los planes de mantenimiento**

La gestión documental de las actividades, tiempos, puestos de trabajo, es realizada por parte de los planificadores de mantenimiento; en la planta se tienen 3 planificadores para el área de mantenimiento planta, uno para cada uno de los turnos. Estas personas se encargan de cerrar las órdenes, cargar los materiales e insumos, etc.; para el análisis de este punto se realizó la proyección de órdenes preventivas de los años 2022, 2023 y 2024 (hasta el mes de agosto del año 2024) para una vez tener la cantidad de órdenes correspondientes a estos tres años generar la transacción IW37N y ver cuál ha sido la tendencia de cumplimiento de cada una de las actividades relacionadas a las hojas de ruta.

La transacción IW37N es una de las más completas a la hora de revisar aspectos relevantes en la gestión de mantenimiento, ya que se ve el detalle de las fechas, los tiempos planificados vs reportados, centros de trabajo, entre otras. En este caso se revisará el desfase en el cumplimiento por oportunidad, las operaciones que en tendencia los últimos 3 años no se han realizado y el coeficiente de variación entre los tiempos planificados y los ejecutados.

Este análisis permitirá establecer cuáles son los planes de mantenimiento que deberían de ser corregidos y llevados a su contexto operacional actual.

### **5.4. Variación de tiempos reportados vs tiempos sugeridos en el plan de mantenimiento**

Para el análisis del reporte de tiempos por parte de los técnicos vs el tiempo sugerido fue necesario tomar el reporte de la IW37N, donde se hizo un comparativo entre todas las operaciones realizadas (sin tener en cuenta las operaciones no realizadas). Dicho tiempo se promedió según su posición dentro de la hoja de ruta de tal manera que se pueda tener una referencia global del reporte de los últimos 3 años. Seguidamente, con el valor promediado se calcula la desviación estándar según la fórmula mostrada a continuación para determinar cuál es la variación entre los datos individuales con respecto al promedio. Finalmente, se calcula el coeficiente de desviación para

comparar la variabilidad relativa de los datos reportados por medio de la fórmula de *Coficiente de variación*.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \therefore \text{Promedio}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n}} \quad \therefore \text{Desviación estándar}$$

$$C.V = \frac{\sigma}{\mu} \times 100 \quad \therefore \text{Coficiente de variación}$$

Estos cálculos permitirán proponer el ajuste de los planes de mantenimiento por medio de la identificación de desviaciones considerables que permitan mejorar la planificación y la calidad del mantenimiento en el proceso actual.

#### 5.4.1. Cálculo de diferencia entre el tiempo sugerido por el plan de mantenimiento y el promedio de los tiempos reportados

Para este caso se debe calcular la diferencia entre el tiempo reportado en las órdenes por los técnicos y el tiempo sugerido por el plan de mantenimiento, tal y como se muestra a continuación:

$$\text{Tiempo promedio no ejecutado} = \text{Tiempo promedio reportado} - \text{Tiempo sugerido PM}$$

Para calcular el tiempo total de tiempos promedio no ejecutados se deben tomar las frecuencias de cada una de las posiciones del plan de mantenimiento, estas frecuencias se pueden visualizar en la **Tabla 5**, para finalmente multiplicar el *Tiempo promedio no ejecutado* por la *Frecuencia*, para obtener la cantidad de horas promedio programadas, pero no ejecutadas, las cuales se traducen en las horas de Backlog.

**Tabla 5**  
*Frecuencia de operaciones según PM.*

<b>Frecuencia</b>	<b>Cant. de repeticiones al año</b>
Semanal	52
Quincenal	26
Mensual	12
Bimensual	6
Trimestral	4
Cuatrimstral	3
Semestral	2
Anual	1
Bianual	0,5

---

### **5.5. Análisis de averías y modos de falla en los equipos**

El reporte de averías se tomó desde el 01/01/2022 al 31/08/2024 por medio de la transacción IW29 en SAP ERP, con el cual es posible realizar el Pareto de los 10 equipos, de tal manera que sea posible visualizar cuál fu el equipo más crítico, determinar cuántas horas de paro se tuvo, así como la cantidad de veces en que el equipo estuvo en avería. El reporte en SAP tiene una breve descripción de la avería, la cual se revisará si cumple con los parámetros de forma de la ISO 20001 (Objeto + Adjetivo + Causa) lo cual permite la identificación de patrones en modos de falla de los equipos.

Se inició haciendo un barrido de las averías que cuenten con esta información, para descartar aquellas que no den información sobre el modo de falla de dicha avería; por lo tanto, aquellas descripciones que contengan adjetivos como "averiado", "dañado", "no funciona", etc., se descartarán, ya que no aportan información útil al análisis.

El reporte de averías desde el 1 de enero del año 2022 al 31 de agosto de 2024 arrojó 566 avisos para los 10 equipos, los cuales se analizaron de tal forma que se determinara cuáles fueron los equipos más críticos en cantidad de averías, cómo fue su comportamiento año a año y el resumen de los 3 años.

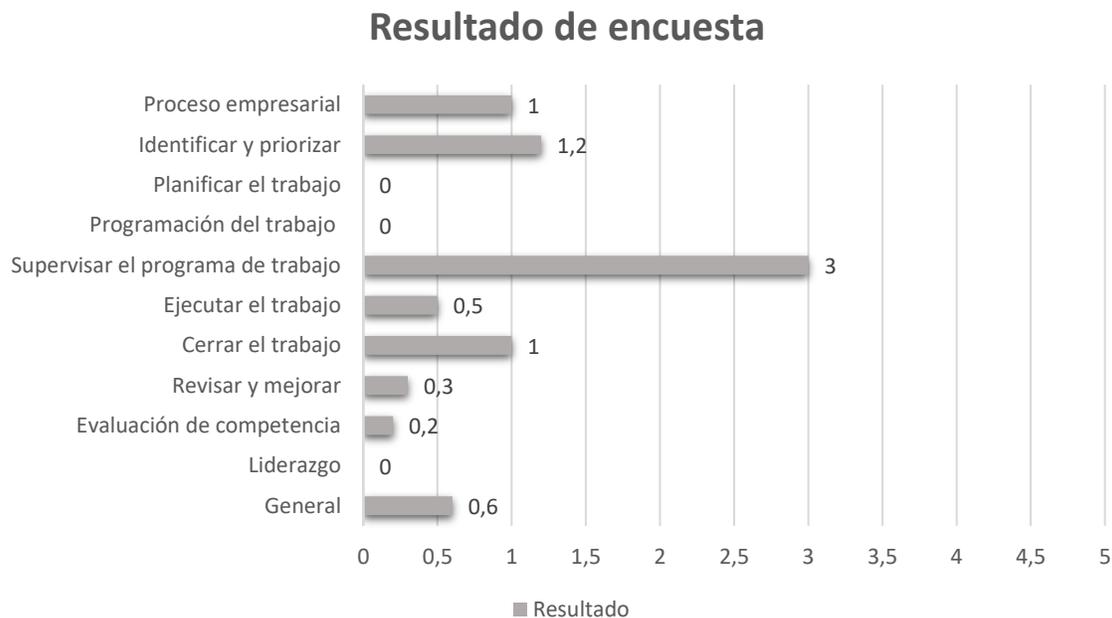
## 6. Resultados

### 6.6. Resultados obtenidos de la encuesta

Una vez se aplicó la encuesta a cada uno de los miembros del equipo de mantenimiento de la planta Pedregal, se ponderaron los resultados para poder determinar cuál era el nivel de percepción que se tiene sobre el proceso de Gestión de Mantenimiento. Los resultados se muestran en la **Gráfica 1**.

#### Gráfica 1

*Resultados de encuesta sobre el nivel de percepción del proceso de planeación y programación del mantenimiento en la planta.*



Para poder analizar los resultados obtenidos fue necesario tener una información de referencia que permitiera comparar cómo estaba el proceso actual con respecto a cómo debería de ser. Para esto, se tomaron bases de datos de la empresa Mantonline, la cual se dedica a realizar consultorías a distintas empresas promoviendo la creación e implementación de estrategias referentes a la gestión de activos, gestión de mantenimiento y la confiabilidad. Dichas bases de datos cuentan con referentes de empresas que implementan el proceso de planeación y programación para así poder comparar el promedio en el cual se encuentra la empresa y el promedio en el cual debería de encontrarse el proceso relacionado a la gestión de mantenimiento. Los datos comparativos se encuentran en la **Tabla 6** y la **Gráfica 2**:

**Tabla 6**

*Datos comparativos sobre el nivel de percepción y el promedio.*

Sección	Promedio Industria de Alimentos Zenú	Promedio general
Proceso empresarial	1,7	2,9
Identificar y priorizar	0,8	2,7
Planificar el trabajo	0,8	2,7
Programación del trabajo	0	2,1
Supervisar el programa de trabajo	2	3,4
Ejecutar el trabajo	0,5	2,8
Cerrar el trabajo	2	2,8
Revisar y mejorar	0,3	2,3
Evaluación de competencia	1,3	2,7
Liderazgo	1,3	3,1
<b>General</b>	<b>1,2</b>	<b>2,7</b>

**Gráfica 2**

*Comparación entre el promedio de nivel de percepción en Industria de alimentos Zenú y otras empresas.*



Finalmente, se analizará el resultado del sondeo inicial, en el cual se buscaba determinar cuál es el porcentaje de tiempo de llave en mano/productividad del mantenimiento actual, en el cual se determinó que es **menor al 40%**, y que, el tamaño del equipo de mantenimiento con respecto al personal operativo, incluido el personal contratista, es **menor al 3%**, lo que indica que la tasa de utilización de la mano de obra es poca con respecto a la cantidad de operarios de la planta y el personal de mantenimiento es proporcionalmente pequeño para atender todas las necesidades de la operación.

## **6.7. Resultados de inspección técnica**

### ***6.7.1. Evaluación de hojas de ruta de los planes de mantenimiento***

Usando el formato mostrado anteriormente en la **Figura 1** se realizó la evaluación de la información contenida en cada una de las hojas de ruta. En SAP cada uno de los equipos tiene asociado un plan de mantenimiento el cual indica ¿Quién va a realizar el procedimiento? lo cual refiere al grupo planificador encargado de ejecutar dicha actividad; ¿Cuándo se va a ejecutar? indica a una fecha recomendada para ejecutar la orden; ¿A qué se va a ejecutar la orden? especifica cuál es el equipo o área al cual se le va a realizar la intervención.

Por otra parte, la hoja de ruta define todo lo relacionado al mantenimiento como, ¿Qué se hace? indicando cuál es el procedimiento (inspección, cambio, ajuste, etc.); ¿Cómo se hace? describe un paso a paso de las actividades que se van a realizar; ¿Con qué se hace? asociando repuestos, herramientas, servicios, la especialidad del técnico, permisos de trabajos de alto riesgo, la frecuencia de la actividad, cuál es la duración sugerida y el costo del mantenimiento.

Al evaluar cada uno de los planes de mantenimiento de los distintos equipos se encontró que al crear una hoja de ruta esta puede ser asociada a distintos equipos. ¿Esto qué quiere decir? las hojas de ruta son únicas, pero estas pueden ser asociadas a más de 1 equipo. Con este hallazgo fue posible determinar que en muchos casos las hojas de ruta no están enfocadas al contexto operacional de un equipo o a la capacidad que tenga, sino que según las características que el técnico considera que dos equipos tienen similares se crean planes de mantenimiento para cada uno, pero, se les asocia la misma hoja de ruta.

A continuación, se muestran las evaluaciones realizadas a cada uno de los equipos para posteriormente analizar los resultados.

6.7.1.1.Evaluación de hoja de ruta de la Formadora Townsend NL 17 SMART LINK

Esta hoja de ruta cuenta con nueve posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 2**, dos posiciones mensuales con especialidad mecánica y eléctrica, cuatro posiciones trimestrales con especialidad mecánica, eléctrica, instrumentista y electrónica, dos posiciones semestrales con especialidad mecánica y eléctrica y una posición anual eléctrica. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 2**

Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora Townsend NL 17 SMART LINK.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																		
EQUIPO		FORMADORA TOWNSEND NL 17 SMART LINK																
G.P.	100	H.R.	1006618	STATUS SISTEMA			MONT											
PSTA. SERV.	2012	P.M.	10026100	UBICACIÓN TÉCNICA			IZ10-LAV1											
CÓDIGO SAP	20091108	ACTIVO FIJO	505001104															
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																		
Es un equipo diseñado para la producción de embutidos en el proceso de formado de salchichas. Esta máquina permite realizar el proceso de embutido del producto cárnico en tripas o fundas, controlando la longitud, el diámetro y el peso de cada unidad, según los requisitos de producción.																		
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA (ESPECIALIDAD)	¿CON QUÉ SE HACE?									N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO									
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO							
0010	AJUSTE	SSMA. TRANSMISIÓN	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	8	\$ -		
0020	INSPECCIÓN	SSMA. ELÉCTRICO	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$ -		
0030	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSPORTE	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	0,5	\$ -		
0040	INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	4	\$ -		
0050	INSPECCIÓN	SSMA. NEUMÁTICO	ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	4	\$ -		
0060	INSPECCIÓN	SSMA. TRANSMISIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -		
0070	INSPECCIÓN	SSMA. ELÉCTRICO	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	6	\$ -		
0080	INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL Y POTENCIA	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	3,4	\$ -		
0090	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	2,5	\$ -		
															MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS	\$ 16.334.410		

6.7.1.2. Evaluación de hoja de ruta de Formadora de salchichas VEMAG LPG238

Esta hoja de ruta cuenta con ocho posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 3**, dos posiciones mensuales con especialidad mecánica y eléctrica, tres posiciones trimestrales con especialidad mecánica, eléctrica, y electrónica, dos posiciones semestrales con especialidad eléctrica y electrónica y una posición anual eléctrica; es posible constatar que no cuenta con ninguna posición relacionada a la especialidad instrumentista. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 3**

Lista de chequeo de hoja de ruta de la Formadora de salchichas VEMAG LPG238.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																		
EQUIPO		FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG238																
G.P.	100	H.R.	1016694	STATUS SISTEMA			MONT											
PSTA. SERV.	2023	P.M.	10055800	UBICACIÓN TÉCNICA			IZ10-LSA1											
CÓDIGO SAP	20425542	ACTIVO FIJO	505003097															
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																		
Es un equipo diseñado para la producción de embutidos en el proceso de formado de salchichas. Esta máquina permite realizar el proceso de embutido del producto cárnico en tripas o fundas, controlando la longitud, el diámetro y el peso de cada unidad, según los requisitos de producción.																		
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA	¿CON QUÉ SE HACE?									N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO									
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO							
0020	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. CABEZAL DE EMBUTIDO, GIRATORIO, SEGUIDOR Y DE MORDAZAS	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	4	\$ -		
0030	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE ESLABONADOR, TRANSPORTADOR Y	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	3	\$ -		
0040	AJUSTE E INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$ -		
0050	CAMBIO E INSPECCIÓN	SSMA. DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -		
0060	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -		
0070	INSPECCIÓN	SSMA. DE DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	4	\$ -		
0080	INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL Y COMUNICACIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	3	\$ -		
0090	INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA	ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -		
<b>MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS</b>															<b>\$ 14.389.130</b>			

6.7.1.3.Evaluación de hoja de ruta de Formadora Townsend NL17 N°1

Esta hoja de ruta cuenta con diez posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 4**, tres posiciones mensuales con especialidad mecánica y eléctrica, cuatro posiciones trimestrales con especialidad mecánica, eléctrica, instrumentista y electrónica, dos posiciones semestrales con especialidad eléctrica y mecánica y una posición anual eléctrica. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 4**

Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora Townsend NL17 N°1.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																			
EQUIPO		FORMADORA TOWNSEND NL17 N°1																	
G.P.	100	H.R.	200037	STATUS SISTEMA						MONT									
PSTA. SERV.	1996	P.M.	10004370	UBICACIÓN TÉCNICA						IZ10-LSA1									
CÓDIGO SAP	FORM00001	ACTIVO FIJO	505001267																
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																			
Es un equipo diseñado para la producción de embutidos en el proceso de formado de salchichas. Esta máquina permite realizar el proceso de embutido del producto cárnico en tripas o fundas, controlando la longitud, el diámetro y el peso de cada unidad, según los requisitos de producción.																			
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA (ESPECIALIDAD)	¿CON QUÉ SE HACE?										N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO										
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO								
0010	AJUSTE	SSMA. DE ESLABONADOR, TRANSPORTADOR Y TRANSMISIÓN.	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	8	\$	-		
0020	INSPECCIÓN	SSMA. DE ACOMETIDA, TOMA AÉREA Y TABLEROS DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$	-		
0030	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	0,5	\$	-		
0040	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	4	\$	-		
0050	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA HIDRÁULICO	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	4	\$	-		
0060	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$	-		
0070	INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	6	\$	-		
0080	INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	3,8	\$	-		
0090	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN Y TRANSPOR	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	2	\$	-		
MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS																\$ 14.781.739			

6.7.1.4. Evaluación de hoja de ruta de Formadora Townsend NL17 N°2

Esta hoja de ruta cuenta con nueve posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 5**, tres posiciones mensuales con especialidad mecánica y eléctrica, cuatro posiciones trimestrales con especialidad mecánica, eléctrica, instrumentista y electrónica, dos posiciones semestrales con especialidad eléctrica y mecánica y una posición anual eléctrica. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 5**

Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora Townsend NL17 N°2.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																	
EQUIPO		FORMADORA TOWNSEND NL17 N°2															
G.P.	100	H.R.	2000038	STATUS SISTEMA			MONT										
PSTA. SERV.	2006	P.M.	10004372	UBICACIÓN TÉCNICA			IZ10-LSA1-FOR										
CÓDIGO SAP	FORM00002	ACTIVO FIJO	505001603														
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																	
Es un equipo diseñado para la producción de embutidos en el proceso de formado de salchichas. Esta máquina permite realizar el proceso de embutido del producto cárnico en tripas o fundas, controlando la longitud, el diámetro y el peso de cada unidad, según los requisitos de producción.																	
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA	¿CON QUÉ SE HACE?								N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO								
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO						
0010	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	8	\$ -	
0020	INSPECCIÓN	SSMA. DE ACOMETIDA, TOMA AÉREA Y TABLEROS DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$ -	
0030	INSPECCIÓN Y/O REPARACIÓN	SSMA. DE TRANSPORTE	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	1,5	\$ -	
0040	INSPECCIÓN	SSMA. DE VÁLVULAS DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -	
0050	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -	
0060	INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	6	\$ -	
0070	INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -	
0080	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN Y TRANSPOR	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	2,5	\$ -	
0090	INSPECCIÓN	SSMA DE TRANSMISIÓN	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	1	\$ -	
<b>MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS</b>															<b>\$ 20.825.588</b>		

6.7.1.5. Evaluación de hoja de ruta de Formadora de salchichas VEMAG LPG218

Esta hoja de ruta cuenta con ocho posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 6**, dos posiciones mensuales con especialidad mecánica y eléctrica, tres posiciones trimestrales con especialidad mecánica, eléctrica, y electrónica, dos posiciones semestrales con especialidad eléctrica y electrónica y una posición anual eléctrica; es posible constatar que no cuenta con ninguna posición relacionada a la especialidad instrumentista, además que es la misma hoja de ruta de la Formadora de salchichas VEMAG LPG238. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 6**  
Lista de chequeo de hoja de ruta de Formadora de salchichas VEMAG LPG218

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																		
EQUIPO		FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG218																
G.P.	100	H.R.	1016694	STATUS SISTEMA	MONT													
PSTA. SERV.	2022	P.M.	10055800	UBICACIÓN TÉCNICA	IZ10-LSA1-FOR													
CÓDIGO SAP	20388054	ACTIVO FIJO	505003047															
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																		
Es un equipo diseñado para la producción de embutidos en el proceso de formado de salchichas. Esta máquina permite realizar el proceso de embutido del producto cárnico en tripas o fundas, controlando la longitud, el diámetro y el peso de cada unidad, según los requisitos de producción.																		
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	¿CON QUÉ SE HACE?										N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
				MANO DE OBRA	REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO									
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO							
0020	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. CABEZAL DE EMBUTIDO, GIRATORIO, SEGUIDOR Y DE MORDAZAS	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	4	\$ -		
0030	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE ESLABONADOR, TRANSPORTADOR Y TRANSMISIÓN.	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	3	\$ -		
0040	AJUSTE E INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$ -		
0050	CAMBIO E INSPECCIÓN	SSMA. DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -		
0060	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -		
0070	INSPECCIÓN	SSMA. DE DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	4	\$ -		
0080	INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL Y COMUNICACIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	3	\$ -		
0090	INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA	ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -		
MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS																\$ 12.204.255		

*6.7.1.6. Evaluación de hoja de ruta de Empacadora Powerpack 660 N°5*

Esta hoja de ruta cuenta con dieciocho posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 7**, una posición quincenal con especialidad instrumentista, una posición bimensual con especialidad eléctrica, tres posiciones trimestrales con especialidad mecánica, eléctrica y electrónica, seis posiciones semestrales con especialidad electrónica, instrumentista, eléctrica y mecánica y cuatro posiciones anuales eléctrica, mecánica e instrumentista. Esta hoja de ruta tiene algunos insumos matriculados, por lo tanto, al consultar el costo del plan es posible visualizarlos, tal y como se especifica en las operaciones 0090, 0140, 0150, 0160, 0170 y 0180. Adicionalmente, se anexa el reporte de movimientos de repuestos y/o servicios que ha tenido el equipo a lo largo del año 2024.

**Figura 7**

Lista de chequeo de hoja de ruta de Empacadora Powerpack 660 N°5

**FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO**

EQUIPO		EMPACADORA POWERPACK 660 N°5														
G.P.	100	H.R.	1000026	STATUS SISTEMA				MONT								
PSTA. SERV.	1997	P.M.	10004505	UBICACIÓN TÉCNICA				IZ10-LSA1-EMP								
CÓDIGO SAP	EMPA00005	ACTIVO FIJO	505001342													
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																
Este equipo está diseñado para realizar el proceso de empaque de salchichas por medio de moldes y empaques plásticos, sellándolas herméticamente para garantizar la protección del producto y alargar su vida útil.																
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	¿CON QUÉ SE HACE?												
				MANO DE OBRA (ESPECIALIDAD)	REPUESTO SI NO	HERRAMIENTAS SI NO	PERMISO TAR EC NO	N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO				
0010	AJUSTE E INSPECCIÓN	GABINETES ELÉCTRICOS	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	BIMENSUAL	6	1,5	\$ -
0020	INSPECCIÓN	SSMA. DE SEGURIDAD Y CONTROL	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -
0030	INSPECCIÓN	SSMA. DE EMPAQUE	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	3	\$ -
0040	INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL Y POTENCIA	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	4	\$ -
0050	INSPECCIÓN	SSMA. ELÉCTRICO Y DE SEGURIDAD	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -
0060	INSPECCIÓN	PANEL DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	4	\$ -
0070	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE ALIMENTACIÓN DE PELÍCULA, FORMADO, SELLADO, CORTE Y SALIDA	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	5	\$ -
0080	INSPECCIÓN	SSMA. DE ELEVACIÓN, PORTABOBINAS, FORMADO, FOTOCELDA Y SALIDA.	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	3	\$ -
0090	INSPECCIÓN	SSMA. DE ELEVACIÓN, CORTE TRANSVERSAL Y CORTE CRICULAR	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	ANUAL	1	16	\$ 569.945
0100	CAMBIO E INSPECCIÓN	SSMA. NEUMÁTICO Y DE SELLADO	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	2	\$ -
0110	CAMBIO E INSPECCIÓN	SSMA. NEUMÁTICO DE CONTROL Y VACÍO	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	2	\$ -
0120	INSPECCIÓN	SSMA. DE CORTE Y FRENADO	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	3	\$ -
0130	CAMBIO	PLANCHA DE SELLADO	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	4	\$ -
0140	CAMBIO	VÁLVULAS NEUMÁTICAS	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	2	\$ 7.375.885
0150	CAMBIO	CILINDRO DE SELLADO	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	BIANUAL	0,5	2	\$ 5.069.368
0160	CAMBIO	CILINDRO TENDOR DE PELÍCULA INFERIOR	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	BIANUAL	0,5	4	\$ 6.329.192
0170	CAMBIO	CILINDROS NEUMÁTICOS DE CUCHILLAS	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	BIANUAL	0,5	6	\$ 8.769.902
0180	CAMBIO	CARTUCHOS A FILTROS DE POLVO Y OLORES	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	QUINQUENIAL	0,2	1	\$ 3.381.570
													COSTO EN PM	\$ 31.495.862		
													MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS	\$ 1.466.753		

*6.7.1.7. Evaluación de hoja de ruta de Empacadora Powerpack NT 520 N°39*

Esta hoja de ruta cuenta con trece posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 8** una posición mensual con especialidad mecánica, una posición bimensual con especialidad eléctrica, cuatro posiciones trimestrales con especialidad eléctrica, electrónica y mecánica, una posición cuatrimestral con especialidad mecánica, tres posiciones semestrales con especialidades eléctrica, mecánica y electrónica y tres posiciones anuales eléctrica, electrónica y mecánica; es posible constatar que no cuenta con ninguna posición relacionada a la especialidad instrumentista. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 8**

*Lista de chequeo de hoja de ruta de Empacadora Powerpack NT 520 N°39*

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																
EQUIPO		EMPACADORA POWER PACK NT 520 N°39														
G.P.	100	H.R.	1010765	STATUS SISTEMA			MONT									
PSTA. SERV.	2009	P.M.	10010210	UBICACIÓN TÉCNICA			IZ10-LSA1-EMP									
CÓDIGO SAP	EMPA00039	ACTIVO FIJO	505002491													
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																
Este equipo está diseñado para realizar el proceso de empaque de salchichas por medio de moldes y empaques plásticos, sellándolas herméticamente para garantizar la protección del producto y alargar su vida útil.																
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA	¿CON QUÉ SE HACE?						N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO	
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO							
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO					
0010	INSPECCIÓN	SSMA. TRANSPORTE DE PELÍCULA, SELLADO Y FORMADO	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$ -
0020	INSPECCIÓN	SSMA. TRANSPORTE, DESPLAZAMIENTO Y SUJECCIÓN	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	3	\$ -
0030	LIMPIEZA	PANEL DE CONTROL Y PULSADORES	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	BIMENSUAL	6	2	\$ -
0040	INSPECCIÓN	FUENTE DE VOLTAJE	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -
0050	INSPECCIÓN	SSMA DE FORMADO, SELLADO, CORTE, PELICULA INFERIOR Y SUPERIOR, AIRE Y PRESIÓN	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	6	\$ -
0060	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSPORTE	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	6	\$ -
0070	INSPECCIÓN	SSMA. TRANSPORTE DE PELÍCULA, SELLADO, CORTE Y FORMADO	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	ANUAL	1	8	\$ -
0080	INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	6	\$ -
0090	INSPECCIÓN	TABLERO DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	1	\$ -
0100	LIMPIEZA E INSPECCIÓN	SENSORES Y BOBINAS SOLENOIDES	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	4	\$ -
0110	CAMBIO Y AJUSTE	CONTACTORES EN PLANCHAS DE FORMADO	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	8	\$ -
0120	CAMBIO	RESORTES DE RETRACCIÓN DE CUCHILLAS	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	CUATRIMESTRAL	3	1	\$ -
														MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS	\$ 710.741	

*6.7.1.8. Evaluación de hoja de ruta de Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700*

Este equipo cuenta con tres hojas de ruta que en total suma veintisiete posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 9**, cinco posiciones mensuales con especialidad mecánica, instrumentista y eléctrica, una posición bimensual con especialidad eléctrica, nueve posiciones trimestrales con especialidad eléctrica, electrónica y mecánica, una posición cuatrimestral con especialidad mecánica, cuatro posiciones semestrales con especialidades eléctrica y mecánica y siete posiciones anuales eléctrica, instrumentista y mecánica; es posible constatar que no cuenta con ninguna posición relacionada a la especialidad electrónica. Esta hoja de ruta tiene algunos insumos matriculados, por lo tanto, al consultar el costo del plan es posible visualizarlos, tal y como se especifica en las operaciones 0010 del contador 3 de la hoja de ruta 1009344, 0010, 0020, 0030, 0040, 0050 del contador 5 de la hoja de ruta 1009344, 0010 del contador 6 de la hoja de ruta 1009344, 0010 del contador 7 de la hoja de ruta 1009344 y 0010 del contador 8 de la hoja de ruta 1009344. Adicionalmente, se anexa el reporte de movimientos de repuestos y/o servicios que ha tenido el equipo a lo largo del año 2024

**Figura 9**

Lista de chequeo de hojas de ruta de Empacadora Powerpack NT GEA-GB 700

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																
EQUIPO		EMPACADORA POWERPACK NT GEA -GB 700														
G.P.	100	H.R.	1009344	STATUS SISTEMA	MONT											
PSTA. SERV.	2015	P.M.	10033493	UBICACIÓN TÉCNICA	IZ10-LJA1-EMP-EMP2											
CÓDIGO SAP	20183406	ACTIVO FIJO	505002465													
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																
Este equipo está diseñado para realizar el proceso de empaque de salchichas por medio de moldes y empaques plásticos, sellándolas herméticamente para garantizar la protección del producto y alargar su vida útil.																
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA (ESPECIALIDAD)	REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO			N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO					
0010	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. FORMADO, SELLADO, CORTE, RODILLOS Y RODAMIENTOS	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	3	\$ -
0020	INSPECCIÓN	SSMA. DE FORMADO SUPERIOR	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	BIMENSUAL	6	1	\$ -
0030	INSPECCIÓN	SSMA DE ALIMENTACIÓN DE PELÍCULA Y PRECORTE	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	1	\$ -
0040	INSPECCIÓN	SSMA DE FORMADO SUPERIOR E INFERIOR, ALIMENTACIÓN DE PELÍCULA, SELLADO Y DE MANDO GENERAL	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	3	\$ -
0050	INSPECCIÓN	SSMA. DE ALIMENTACIÓN DE PELÍCULA, FORMADO, SELLADO	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	5	\$ -
0060	LIMPIEZA E INSPECCIÓN	SSMA. DE MANDO GENERAL	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	8	\$ -
0070	INSPECCIÓN	SSMA DE CORTE Y ALIMENTACIÓN DE PELÍCULA	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	3	\$ -
0080	INSPECCIÓN	SSMA. DE MANDO GENERAL, TRANSPORTADOR, SEGURIDAD DE PRODUCTO Y DE TRANSMISIÓN	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	2	\$ -
0090	INSPECCIÓN	SSMA. DE FORMADO, SELLADO DE MANDO GENERAL	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	1,5	\$ -
0100	INSPECCIÓN	SSMA. SANDWICH DE PRECALENTAMIENTO, FORMADO Y SELLADO	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	16	\$ -
0110	CAMBIO Y AJUSTE	FILTROS DE CARBÓN ACTIVADO, VÁLVULA DE PRESIÓN/VACÍO Y CILINDROS NEUMÁTICOS EN LOS SSMA DE FORMADO, SELLADO Y POST.	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	2	\$ -
0120	INSPECCIÓN	ESTACIÓN DE VACÍO Y FORMADO	ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	5	\$ -
0130	INSPECCIÓN	SSMA. DE SELLADO	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	5	\$ -
0010	INSPECCIÓN	SSMA. FORMADO Y ALIMENTACIÓN DE PELÍCULA	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	1	\$ -
0020	INSPECCIÓN	PLANCHA DE PRECALENTAMIENTO Y SENSOR DE ELEVACIÓN	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	1	\$ -
0030	INSPECCIÓN	SSMA. FORMADO Y ALIMENTACIÓN DE PELÍCULA	NO ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	1	\$ -

0040	INSPECCIÓN	SSMA. DE FORMADO, TRANSDUCTOR DE VACÍO EN ESTACIÓN DE FORMADO Y SELLADO	ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	2	\$ -
0050	INSPECCIÓN	SSMA. DE FORMADO	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	1	\$ -
0010	CAMBIO E INSPECCIÓN	MEMBRANAS DE FORMADO	ESTANDARIZADA	INSTRUMENTISTA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	3	\$ 21.061.552
0010	CAMBIO	CAMBIO TROQUEL #1	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	ANUAL	1	4	\$ 211.993.554
0020	CAMBIO	CAMBIO TROQUEL #2	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	ANUAL	1	5	\$ 211.993.554
0030	CAMBIO	CAMBIO TROQUEL #3	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	ANUAL	1	6	\$ 211.993.554
0040	CAMBIO	CAMBIO TROQUEL #4	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	ANUAL	1	7	\$ 211.993.554
0050	SERVICIO	MMTO Y AFILADO DE TROQUEL	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	TRIMESTRAL	4	0	\$ 42.440.000
0010	CAMBIO	SENSORES ADAN Y EVA	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	1	\$ 18.668.120
0010	CAMBIO	ANTEOJO 4X4	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	1,5	\$ 17.183.552
0010	CAMBIO	CUCHILLAS LONGITUDINALES	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	CUATRIMESTRAL	3	1	\$ 2.769.333
COSTO EN PM															\$ 950.096.773	
MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS															\$ 65.058.514	

\*Continuación de lista de chequeo.

6.7.1.9. Evaluación de la hoja de ruta de Grapadora automática Poly Clip FCA 120

Esta hoja de ruta cuenta con ocho posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura 10**, una posición semanal con especialidad mecánica, una posición quincenal con especialidad mecánica, dos posiciones mensuales con especialidad mecánica y eléctrica, dos posiciones trimestrales con especialidad eléctrica, y mecánica, una posición semestral con especialidad eléctrica; es posible constatar que no cuenta con ninguna posición relacionada a la especialidad instrumentista y electrónica. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 10**  
Lista de chequeo de hoja de ruta de Empacadora automática Poly Clip FCA 120

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																		
EQUIPO		GRAPADORA AUTOMATICA POLY CLIP FCA 120																
G.P.	100	H.R.	1017144	STATUS SISTEMA		AEOS												
PSTA. SERV.	2021	P.M.	10056956	UBICACIÓN TÉCNICA		IZ10-LSC1-EMB												
CÓDIGO SAP	20388176	ACTIVO FIJO	505003051															
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																		
Este equipo está diseñado para realizar el cierre herméticamente de los extremos del empaque de embutido de salchichión, variando el diámetro de grapado y el tipo de embutido del que se trate.																		
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA	¿CON QUÉ SE HACE?									N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO									
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO							
0010	INSPECCIÓN	ALIMENTADOR DE GANCHO, TRANSMISIÓN PRINCIPAL, CLIPADO, SEPARACIÓN DE PLATOS, SSTM. DE CORTE, TRANSPORTADOR DE SALIDA	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	4,7	\$ -		
0050	INSPECCIÓN	TRANSMISIÓN PRINCIPAL, CLIPADO, SEPARACIÓN DE PLATOS	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -		
0070	INSPECCIÓN	ALIMENTADOR DE GANCHO	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMANTAL	52	1	\$ -		
0080	INSPECCIÓN	CABLEADO DE SEÑAL ENTRE EMBUTIDORA Y GRAPADORA	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	1	\$ -		
0090	LIMPIEZA E INSPECCIÓN	SENSORES DE POSICIÓN, GUARDAS DE SEGURIDAD, MÓDULO CONCENTRADOR DE SEGURIDADES Y CABLEADO DE	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	2	\$ -		
0100	LIMPIEZA E INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN DE SALIDA	NO ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	3	\$ -		
0110	INSPECCIÓN	TRANSMISIÓN PRINCIPAL, CLIPADO, APERTURA Y CIERRE DE PLATOS.	ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	SEMESTRAL	2	3,3	\$ -		
0120	INSPECCIÓN	SSMA. DE TRANSMISIÓN	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	QUINCENAL	26	0,6	\$ -		
															MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS	\$ 3.924.393		

---

6.7.1.10. *Evaluación de hoja de ruta de Grapadora automática Poly Clip FCA 3430*

Este equipo cuenta con dos hojas de ruta, con un total de siete posiciones de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Figura II**, una posición semanal con especialidad electrónica, seis posiciones mensuales con especialidad mecánica, electrónica y eléctrica, dos posiciones mensuales con especialidad mecánica y eléctrica, cuatro posiciones trimestrales con especialidad electrónica, y mecánica, una posición semestral con especialidad mecánica y tres posiciones anuales con especialidad mecánica y electrónica; es posible constatar que no cuenta con ninguna posición relacionada a la especialidad instrumentista. Esta hoja de ruta no tiene asociados los repuestos ni las herramientas, sólo se hace énfasis en algunas posiciones sobre cuáles son los repuestos con su código SAP según la tendencia de cambio o ajuste de este, por lo tanto, no tiene costos de mantenimiento asociados. Se anexan los costos asociados a los movimientos realizados en las órdenes ZPRE de repuestos y/o servicios de las órdenes generadas en el año 2024.

**Figura 11**

Lista de chequeo de hoja de ruta de Grapadora automática Poly Clip FCA 3430

FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO																		
EQUIPO		GRAPADORA AUTOMÁTICA POLYCLIP FCA 3430																
G.P.	100	H.R.	1017178	STATUS SISTEMA			AEQS											
PSTA. SERV.	2003	P.M.	10056978	UBICACIÓN TÉCNICA			IZ10-LSC1-EMB											
CÓDIGO SAP	GRAP00017	ACTIVO FIJO																
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO																		
Este equipo está diseñado para realizar el cierre herméticamente de los extremos del empaque de embutido de salchichión, variando el diámetro de grapado y el tipo de embutido del que se trate.																		
OP	¿QUÉ SE HACE?	SISTEMA/PARTE	¿CÓMO SE HACE? (ACTIVIDAD ESTÁNDARIZADA)	MANO DE OBRA	¿CON QUÉ SE HACE?									N° TÉCNICO	FRECUENCIA	CANT/AÑO	DURACIÓN (H)	COSTO
					REPUESTO		HERRAMIENTAS		PERMISO									
					SI	NO	SI	NO	TAR	EC	NO							
0010	INSPECCIÓN	SSMA. DE GRAPADO Y DE GOLPE	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$ -		
0020	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	2	\$ -		
0030	CAMBIO E INSPECCIÓN	SSMA. DE GRAPADO (RESORTE DE MORDAZAS, RÓTULAS DERECHAS E IZQUIERDAS, PLATINAS DE MORDAZAS, RODAMIENTOS, CADENAS, CORREAS, BASE GUÍA DE GANCHO, PLATINA GUÍA RETENEDOR, RESORTE Y TENEDOR)	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	72	\$ -		
0040	AJUSTE E INSPECCIÓN	SSMA. ELÉCTRICO Y DE CONTROL	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	TRIMESTRAL	4	48	\$ -		
0050	CAMBIO E INSPECCIÓN	SSMA. DE GRAPADO (ARENDALES DE ANTIFRICCIÓN, BUJES, PLATINAS, RESORTES DE CUCHILLAS, ÉMBOLO DE CUCHILLAS, ARANDELA GUÍA, RODAMIENTOS Y RÓTULA) Y DE CORTE (RODAMIENTOS Y RETENEDORES)	NO ESTANDARIZADA	MECÁNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	96	\$ -		
0060	CAMBIO	EXTENSIÓN DE SENSORES, RODAMIENTOS, RELÉS, Y SENSORES	NO ESTANDARIZADA	ELECTRÓNICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	ANUAL	1	72	\$ -		
0070	AJUSTE E INSPECCIÓN	CLAVIJAS	ESTANDARIZADA	ELÉCTRICO	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	MENSUAL	12	0,3	\$ -		
MOVIMIENTOS DE REPUESTOS Y/O SERVICIOS															\$ 409.135			

### 6.7.2. Balance de revisión

Una vez se realizó la inspección técnica de cada uno de los planes de mantenimiento de los 10 equipos principales se procedió a realizar un balance que permitiera analizar 3 indicadores, tales como cantidad de OT estandarizadas, OT no estandarizadas y horas demandadas por el plan de mantenimiento. Se planteó inicialmente realizar el sondeo de cantidad de actividades estandarizadas vs no estandarizadas, tiempos de ocupación por especialidad en un año, número de técnicos requeridos para ejecutar los planes de mantenimiento, herramientas planeadas vs utilizadas y repuestos planeados vs utilizados.

El primer balance se realizó para determinar cuál es el porcentaje de actividades estandarizadas de los planes de mantenimiento, tal y como se muestra en la **Tabla 7**.

**Tabla 7**

*Cantidad de actividades preventivas estandarizadas vs no estandarizadas.*

<b>Equipo</b>	<b>Cant. de actividades estandarizadas</b>	<b>Cant. de actividades no estandarizadas</b>	<b>% Estandarizadas</b>
Formadora Townsend NL17 Smart Link	6	3	66,7%
Formadora salchichas VEMAG LPG238	5	3	62,5%
Formadora Townsend NL17 N°1	2	7	30%
Formadora Townsend NL17 N°2	3	6	33,3%
Formadora salchichas VEMAG LPG218	5	3	62,5%
Empacadora Powerpack 660 N°5	2	16	11,1%
Empacadora Power pack NT 520 N°39	1	12	7,7%
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	13	14	48,1%
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	2	6	25%
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	1	14	6,7%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>84</b>	<b>32,28%</b>

Seguidamente, se realizó el balance de los tiempos requeridos según la especialidad del técnico en el plan de mantenimiento en un año; para esto se tomaron los datos de las inspecciones técnicas correspondientes a la cantidad de veces en las que las operaciones se repiten en el año para calcular el tiempo requerido por equipo. En la **Tabla 8** se muestran los resultados obtenidos de este análisis.

**Tabla 8**

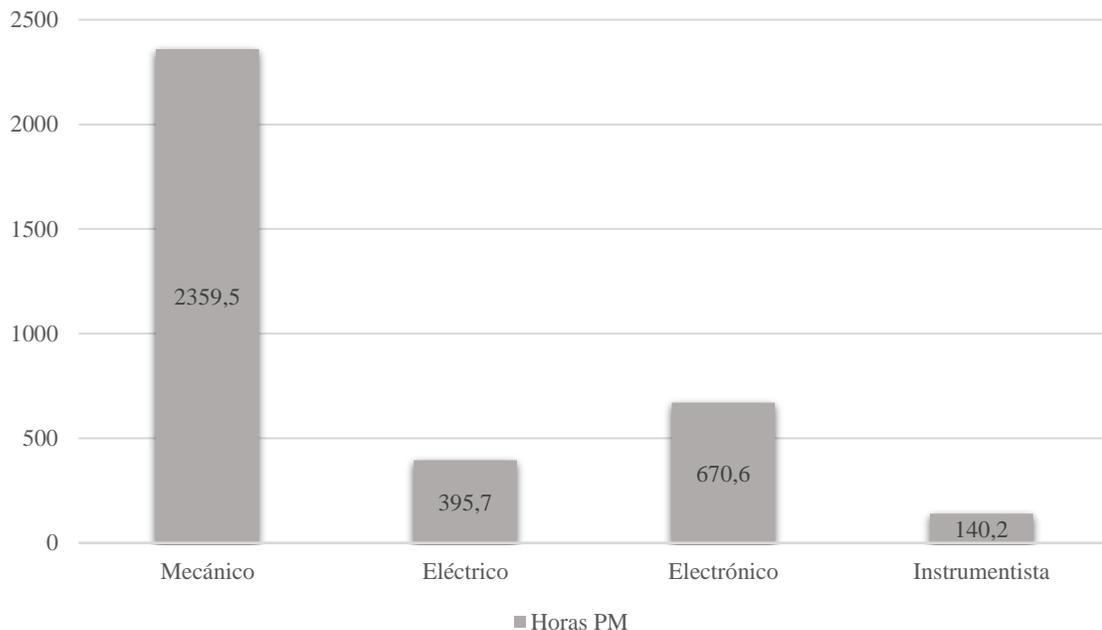
*Horas demandadas por especialidad en el plan de mantenimiento.*

<b>Equipo</b>	<b>Horas mecánicas</b>	<b>Horas eléctricas</b>	<b>Horas electrónicas</b>	<b>Horas instrumentistas</b>
Formadora Townsend NL17 Smart Link	100,5	54	13,6	16
Formadora salchichas VEMAG LPG238	60	44	11	0
Formadora Townsend NL17 N°1	102	54	15,2	16
Formadora Townsend NL17 N°2	119	46	8	0
Formadora salchichas VEMAG LPG218	60	44	11	0
Empacadora Powerpack 660 N°5	42	27	8	26,2
Empacadora Power pack NT 520 N°39	56	52	21	0
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	121	41,5	32	82
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	138,6	26	0	0
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	1548,4	7,2	550,8	0
<b>TOTAL</b>	<b>2347,5</b>	<b>395,7</b>	<b>670,6</b>	<b>140,2</b>

En la **Gráfica 3** se muestran los resultados de una forma más visual, para poder apreciar la demanda de las horas según la especialidad de los técnicos.

**Gráfica 3**

*Demanda de horas según los planes de mantenimiento según la especialidad.*



Una vez se tienen calculados el número de horas que demandan los planes de mantenimiento de los 10 equipos según la especialidad de los técnicos, se procesa a calcular la cantidad de técnicos que se necesitarían para realizar las operaciones a lo largo del año. Para realizar este análisis fue necesario tener en cuenta cuál es la plantilla de técnicos con los que cuenta el equipo de mantenimiento según su especialidad mecánica, eléctrica, electrónica e instrumentista; En la **Tabla 9** se detallan la cantidad de técnicos.

**Tabla 9**

*Cantidad de técnicos según su especialidad.*

<b>Especialidad</b>	<b>Cantidad de técnicos</b>
Mecánicos	18
Eléctricos	10
Electrónicos	5
Instrumentistas	4

Es importante tener en cuenta cuál es el valor estimado de la disponibilidad de horas de los técnicos en un año, para esto se tuvo en cuenta que el horario laboral actualmente en la planta es de 8 horas diarias, de estas 8 horas se tienen en cuenta las horas no útiles para trabajos, tales

como el tiempo de desayuno, almuerzo, cena o refrigerio y el tiempo que use el técnico para sus usos personales; en este caso se tiene que un técnico en promedio tiene 6,5 horas disponibles.

Por otra parte, se tienen la cantidad de días laborales que tiene el técnico en un año, para esto se toman los 365 días del año y de restan los días no laborales tales como los 15 días de vacaciones, 13 días destinados por el negocio a capacitaciones, 17 días festivos, 26 domingos no laborales y, por designación de negocio se dan 3 días en el año como descanso por hacer parte de las empresas "Familiarmente responsables", lo que da como resultado un total de 291 días teóricamente disponibles.

Por consiguiente, se calculan las horas teóricas disponibles de la siguiente manera:

*Horas teóricas disponibles = N° horas disponibles por día \* N° de días hábiles teóricos*

$$\text{Horas teóricas disponibles} = 6,5 * 291$$

$$\text{Horas teóricas disponibles/año} = 1891,5 \text{ horas}$$

Al tener el dato de las 1891,5 horas teóricas disponibles por técnico en un año se deja claro que no se tienen en cuenta las tendencias de ausentismos por incapacidades ni los porcentajes de restricciones médicas existentes. Este es un valor netamente teórico que ayudará a hacer un estimado de la cantidad de técnicos requeridos según la demanda de horas del plan de mantenimiento.

Para el caso de la especialidad mecánica se tienen 2359,5 horas requeridas por el plan de mantenimiento, al dividir este valor en la cantidad de horas teóricamente disponibles de los técnicos se tiene:

$$\text{Cantidad de técnicos requeridos} = \frac{\text{Cantidad de horas requeridas mecánicas}}{\text{Cantidad de horas teóricas disponibles}}$$

$$\text{Cantidad de técnicos mecánicos} = \frac{2347,5}{1891,5} = 1,24 \text{ técnicos}$$

Con este resultado se tendría que con dos técnicos mecánicos se podría cubrir la necesidad de los planes de mantenimiento.

Para el caso de la especialidad eléctrica se tienen 395,7 horas requeridas por el plan de mantenimiento, al dividir este valor en la cantidad de horas teóricamente disponibles de los técnicos se tiene:

$$\text{Cantidad de técnicos requeridos} = \frac{\text{Cantidad de horas requeridas eléctricas}}{\text{Cantidad de horas teóricas disponibles}}$$

$$\text{Cantidad de técnicos eléctricos} = \frac{395,7}{1891,} = 0,21 \text{ técnicos}$$

Con este resultado se tendría que con un técnico eléctrico se podría cubrir la necesidad de los planes de mantenimiento.

Por otra parte, para los electrónicos se tienen 670,6 horas requeridas por el plan de mantenimiento, al dividir este valor en la cantidad de horas teóricamente disponibles de los técnicos se tiene:

$$\text{Cantidad de técnicos requeridos} = \frac{\text{Cantidad de horas requeridas electrónicas}}{\text{Cantidad de horas teóricas disponibles}}$$

$$\text{Cantidad de técnicos electrónicos} = \frac{670,6}{1891,} = 0,35 \text{ técnicos}$$

Con este resultado se tendría que con un técnico electrónico se podría cubrir la necesidad de los planes de mantenimiento.

Finalmente, para los instrumentistas se tienen 140,2 horas requeridas por el plan de mantenimiento, al dividir este valor en la cantidad de horas teóricamente disponibles de los técnicos se tiene:

$$\text{Cantidad de técnicos requeridos} = \frac{\text{Cantidad de horas requeridas instrumentistas}}{\text{Cantidad de horas teóricas disponibles}}$$

$$\text{Cantidad de técnicos instrumentistas} = \frac{140,2}{1891,} = 0,07 \text{ técnicos}$$

Con este resultado se tendría que con un técnico instrumentista se podría cubrir la necesidad de los planes de mantenimiento.

### **6.7.3. Repuestos y herramientas**

Según el balance general de los planes de mantenimiento de los equipos se encontró que sólo dos tenían cargados repuestos en sus planes de mantenimiento. Para el caso de las herramientas ninguna estaba matriculada en el plan, únicamente se encontraban sugeridas dentro de las posiciones de algunas hojas de ruta de los equipos; por lo tanto, el balance de costos de las herramientas en este caso no se puede realizar ni es un insumo con el cual se pueda hacer una planeación de las actividades que necesiten cierto tipo de herramientas para su ejecución.

Cabe resaltar que cada uno de los técnicos tiene una caja de herramientas que según su experiencia y conocimiento son las que más utilizan; cuando sea necesario realizar un procedimiento con una herramienta específica esta es solicitada al herramientero y su utilización dependerá de la disponibilidad que se tenga debido a que todos los contratistas in house de la planta pueden acceder a estas de la misma forma.

En el último año se ha empezado a implementar un sistema de reserva de las herramientas que ayude a garantizar la disponibilidad de esta a la hora de realizar la intervención, pero, al día de hoy aún falta madurez dentro del proceso para que esto pueda llegar a funcionar según lo deseado.

Finalmente, según los movimientos reportados en la Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700 y la Empacadora Powerpack 660 N°5 estos no corresponden con los valores cargados en los repuestos de los planes de mantenimiento, haciendo que el ejercicio de estimación de costos del plan de mantenimiento no se pueda hacer de una manera certera con respecto a la planeación del presupuesto del año siguiente.

### **6.7.4. Análisis de cumplimiento del plan de mantenimiento**

Para analizar el cumplimiento de los grupos planificadores se tuvo en consideración la proyección de órdenes del año 2024 de los 10 equipos principales de la planta. Para esto se ejecutaron las transacciones IW32 e IW37N con las fechas establecidas del 01/01/2024 al 30/11/2024; por lo tanto, se tienen las órdenes proyectadas mostradas en la **Tabla 10** y las operaciones por especialidad proyectadas por la IW37N en la **Tabla 11**.

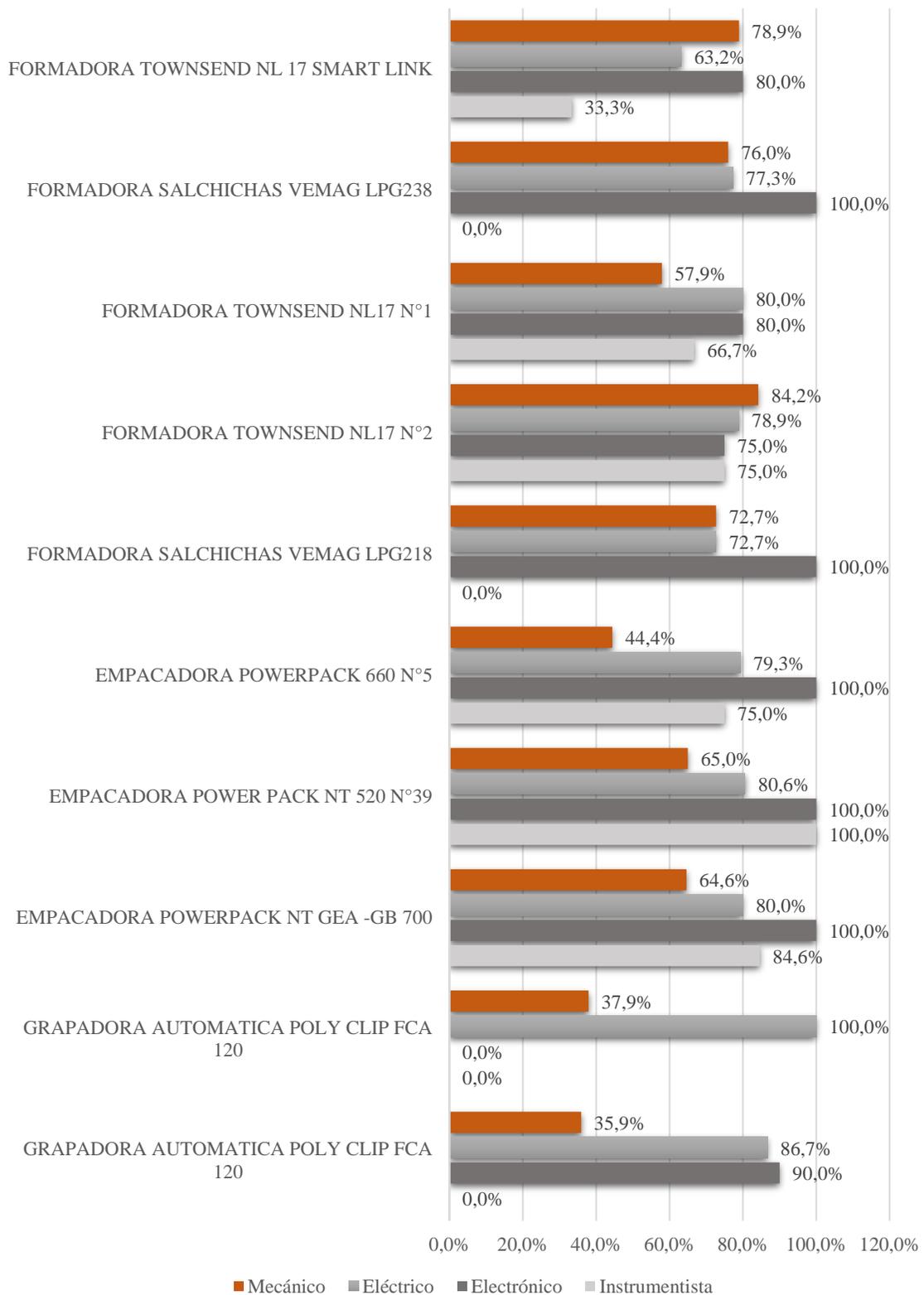
**Tabla 10***Cumplimiento de órdenes preventivas por volumen y oportunidad.*

Cantidad de órdenes proyectadas	Cumplimiento por volumen	Porcentaje de cumplimiento por volumen	Cumplimiento por oportunidad	Porcentaje de cumplimiento por oportunidad
439	317	72,2%	242	55,1%

**Tabla 11***Cumplimiento por volumen y oportunidad según la especialidad.*

Especialidad	Cantidad de operaciones	Cumplimiento por volumen	Porcentaje de cumplimiento por volumen	Cumplimiento por oportunidad	Porcentaje de cumplimiento por oportunidad
Mecánico	251	161	64,1%	95	37,8%
Eléctrico	205	176	85,6%	94	45,6%
Electrónico	67	66	98,5%	33	49,3%
Instrumentista	54	48	88,9%	28	51,9%

Una vez se analizó el cumplimiento del plan de mantenimiento de los 10 equipo tanto por volumen y por oportunidad se procedió a realizar el mismo ejercicio, pero esta vez por equipo de manera individual de tal manera que sea apreciable el porcentaje de cumplimiento por especialidad. Los datos obtenidos del cumplimiento por volumen se muestran en la **Gráfica 4**.

**Gráfica 4***Cumplimiento por volumen según la especialidad.*

### 6.8. Análisis de documentación del plan de mantenimiento

La proyección de las actividades preventivas del plan de mantenimiento de los 10 equipos se realizó desde el 01/01/2022 al 30/08/2024, de lo cual se obtuvieron 1434 operaciones. La cantidad de operaciones por especialidades de cada uno de los equipos se muestra en la **Tabla 12**.

**Tabla 12**

*Proyección de operaciones de los equipos según la especialidad de cada actividad.*

<b>Equipo</b>	<b>Mecánico</b>	<b>Eléctrico</b>	<b>Electrónico</b>	<b>Instrumentista</b>	<b>Total</b>
Formadora Townsend NL17 Smart Link	76	48	11	11	<b>146</b>
Formadora salchichas VEMAG LPG238	31	20	6	0	<b>57</b>
Formadora Townsend NL17 N°1	78	54	11	9	<b>152</b>
Formadora Townsend NL17 N°2	79	50	10	10	<b>149</b>
Formadora salchichas VEMAG LPG218	91	43	13	0	<b>147</b>
Empacadora Powerpack 660 N°5	23	82	16	21	<b>142</b>
Empacadora Power pack NT 520 N°39	50	84	19	7	<b>160</b>
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	94	70	14	94	<b>272</b>
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	100	10	0	0	<b>110</b>
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	34	24	32	0	<b>90</b>

En total se tienen 1434 operaciones proyectadas en los años de interés; estas operaciones serán las que se analizaron según el cumplimiento por volumen, por oportunidad, variación de los tiempos reportados vs los sugeridos en el plan de mantenimiento.

El análisis inicial para determinar cuál es la tendencia en las actividades que no se han realizado desde enero del año 2022 hasta agosto de 2024 permitió hacer un balance focalizado por cada uno de los 10 equipos, dando como resultado el balance de cumplimiento por volumen mostrado en la **Tabla 13**.

**Tabla 13**

*Cumplimiento por volumen de cada uno de los equipos.*

Equipo	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad O.T.	%	Cantidad O.T.	%	
Formadora Townsend NL17 Smart Link	83	70,9%	34	29,1%	<b>117</b>
Formadora salchichas VEMAG LPG238	41	71,9%	16	28,1%	<b>57</b>
Formadora Townsend NL17 N°1	100	65,8%	52	34,2%	<b>152</b>
Formadora Townsend NL17 N°2	86	57,7%	60	40,3%	<b>149</b>
Formadora salchichas VEMAG LPG218	90	61,2%	57	38,8%	<b>147</b>
Empacadora Powerpack 660 N°5	115	81%	27	19%	<b>142</b>
Empacadora Power pack NT 520 N°39	112	70%	48	30%	<b>160</b>
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	198	72,5%	75	27,5%	<b>273</b>
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	44	40%	66	60%	<b>110</b>
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	60	63,2%	35	36,8%	<b>95</b>
<b>TOTAL</b>					<b>1434</b>

A continuación, se muestra cuáles fueron las operaciones que en los últimos 3 años no se realizaron en cada uno de los equipos, para el caso de la Formadora Townsend NL17 Smart Link se tienen los datos mostrados en la **Tabla 14**.

**Tabla 14**

*Cumplimiento por volumen de operaciones para Formadora Townsend NL 17 Smart Link.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	23	71,8%	9	28,2%	<b>32</b>
0020	17	42,5%	13	57,5%	<b>40</b>
0030	8	80%	2	20%	<b>10</b>
0040	7	70%	3	30%	<b>10</b>
0050	6	60%	4	40%	<b>10</b>
0060	4	80%	1	20%	<b>5</b>
0070	3	100%	0	0%	<b>3</b>
0080	8	80%	2	20%	<b>10</b>
0090	5	100%	0	0%	<b>5</b>
<b>TOTAL</b>					<b>115</b>

Para el caso de la Formadora de Salchichas VEMAG LPG238 se tienen 8 operaciones contempladas en la hoja de ruta, el cumplimiento de dichas operaciones se muestra en la **Tabla 15**.

**Tabla 15**

*Cumplimiento por volumen de operaciones de Formadora de Salchichas VEMAG LPG238.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0020	10	76,9%	3	23,1%	<b>13</b>
0030	3	75%	1	25%	<b>4</b>
0040	8	61,5%	5	38,5%	<b>13</b>
0050	3	75%	1	25%	<b>5</b>
0060	2	100%	0	0%	<b>2</b>
0070	1	100%	0	0%	<b>1</b>
0080	3	75%	1	25%	<b>4</b>
0090	3	100%	0	0%	<b>3</b>
<b>TOTAL</b>					<b>45</b>

Para el caso de la Formadora Townsend NL 17 N°1 se tienen 10 operaciones contempladas en la hoja de ruta, de las cuales el cumplimiento por volumen se muestra en la **Tabla 16**.

**Tabla 16***Cumplimiento por volumen de operaciones de Formadora Townsend NL 17 N°1.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	35	57,4%	26	42,6%	<b>61</b>
0020	22	68,8%	10	31,2%	<b>32</b>
0030	10	91%	1	9%	<b>11</b>
0040	7	63,6%	4	36,4%	<b>11</b>
0050	7	63,6%	4	36,4%	<b>11</b>
0060	3	60%	2	40%	<b>5</b>
0070	1	50%	1	50%	<b>2</b>
0080	6	60%	4	40%	<b>10</b>
0090	5	100%	0	0%	<b>5</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>115</b>

Por otra parte, para la Formadora Townsend NL 17 N°2 se tienen 9 operaciones contempladas en la hoja de ruta, de las cuales el cumplimiento por volumen se tiene en la **Tabla 17**.

**Tabla 17***Cumplimiento por volumen de operaciones para Formadora Townsend NL17 N°2.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	24	75%	8	25%	<b>32</b>
0020	16	50%	16	50%	<b>32</b>
0030	9	81,8%	2	18,2%	<b>11</b>
0040	8	72,7%	3	27,3%	<b>11</b>
0050	7	70%	3	30%	<b>10</b>
0060	2	40%	3	60%	<b>5</b>
0070	1	33,3%	2	66,7%	<b>3</b>
0080	5	50%	5	50%	<b>10</b>
0090	5	100%	0	0%	<b>5</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>115</b>

Para el caso de la Formadora de Salchichas VEMAG LPG218 se tienen 8 operaciones contempladas en la hoja de ruta, de las cuales el cumplimiento por volumen se muestra en la **Tabla 18**.

**Tabla 18***Cumplimiento por volumen de Formadora de salchichas VEMAG LPG218.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0020	21	65,6%	11	34,4%	<b>32</b>
0030	7	70%	3	30%	<b>10</b>
0040	15	53,6%	13	46,4%	<b>28</b>
0050	4	44,4%	5	55,6%	<b>9</b>
0060	2	50%	2	50%	<b>4</b>
0070	1	50%	1	50%	<b>2</b>
0080	6	66,7%	3	33,3%	<b>9</b>
0090	3	75%	1	25%	<b>4</b>
			<b>TOTAL</b>		<b>98</b>

Para el caso de la Empacadora Powerpack 660 N°5 se tienen 18 operaciones contempladas en la hoja de ruta, de las cuales el cumplimiento por volumen se muestra en la **Tabla 19**.

**Tabla 19***Cumplimiento por volumen de operaciones de Empacadora Powerpack 660 N°5.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	12	85,7%	2	14,3%	<b>14</b>
0020	8	80%	2	20%	<b>10</b>
0030	16	84,2%	3	15,8%	<b>19</b>
0040	4	75%	1	25%	<b>5</b>
0050	10	100%	0	0%	<b>10</b>
0060	8	100%	0	0%	<b>8</b>
0070	5	71,4%	2	28,6%	<b>7</b>
0080	4	50%	4	50%	<b>8</b>
0090	5	50%	5	50%	<b>5</b>
0100	2	100%	0	0%	<b>2</b>
0110	2	50%	2	50%	<b>4</b>
0120	2	50%	2	50%	<b>4</b>
0130	4	75%	1	25%	<b>5</b>
0140	0	0%	2	100%	<b>2</b>
0150	N/A	N/A	N/A	N/A	<b>N/A</b>
0160	N/A	N/A	N/A	N/A	<b>N/A</b>
0170	N/A	N/A	N/A	N/A	<b>N/A</b>
0180	N/A	N/A	N/A	N/A	<b>N/A</b>
			<b>TOTAL</b>		<b>175</b>

Para la Empacadora Powerpack NT 520 N°39 se tienen un total de 13 operaciones incluidas en las hojas de ruta, el balance de cumplimiento por volumen se muestra en la **Tabla 20**.

**Tabla 20**

*Cumplimiento por volumen de Empacadora Powerpack NT 520 N°39.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	15	53,6%	13	46,4%	28
0020	8	72,7%	3	27,3%	11
0030	11	73,3%	4	26,7%	15
0040	10	91%	1	9%	11
0050	3	60%	2	40%	5
0060	3	60%	2	40%	5
0070	2	66,77	1	33,3%	3
0080	5	100%	0	0%	5
0090	3	100%	0	0%	3
0100	6	54,5%	5	45,5%	11
0110	1	33,3%	2	66,7%	3
0120	4	57,1%	3	42,9%	7
<b>TOTAL</b>					<b>107</b>

Para la Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700 se tienen un total de 27 operaciones incluidas en las hojas de ruta, el balance de cumplimiento por volumen se muestra en la **Tabla 21**.

**Tabla 21***Cumplimiento por volumen de operaciones para Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	22	75,9%	7	24,1%	29
0020	13	86,7	2	13,3%	15
0030	19	67,9%	9	32,1%	28
0040	9	81,8%	2	18,1%	11
0050	9	81,8%	2	18,1%	11
0060	10	91%	1	9%	11
0070	6	100%	0	0%	6
0080	4	66,7%	2	33,3%	6
0090	2	66,7%	1	33,3%	3
0100	3	100%	0	0%	3
0110	2	66,7%	1	33,3%	3
0120	8	72,7%	3	27,3%	11
0130	8	72,7%	3	27,3%	11
0010	16	57,1%	12	42,9%	28
0020	16	57,1%	12	42,9%	28
0030	22	75,9%	7	24,1%	29
0040	3	50%	3	50%	6
0050	3	50%	3	50%	6
0010	5	100%	0	0%	5
0010	0	0%	1	100%	1
0020	0	0%	1	100%	1
0030	1	100%	0	0%	1
0040	1	100%	0	0%	1
0050	0	0%	4	100%	0
0010	1	100%	0	0%	1
0010	1	25%	3	75%	4
0010	2	100%	0	0%	0
<b>TOTAL</b>					<b>259</b>

Para la Grapadora automática Poly Clip FCA 120 se tienen un total de 8 operaciones incluidas en las hojas de ruta, el balance de cumplimiento por volumen se muestra en la **Tabla 22**.

**Tabla 22**

*Cumplimiento por volumen de operaciones de Grapadora automática FCA 120.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	7	25,9%	20	74,1%	27
0050	2	25%	6	75%	8
0070	9	57,1%	6	42,9%	15
0080	6	85,7%	1	14,3%	7
0090	1	50%	1	50%	2
0100	1	100%	0	0%	1
0110	N/A	N/A	N/A	N/A	0
0120	N/A	N/A	N/A	N/A	0
				<b>TOTAL</b>	<b>60</b>

Finalmente, para el caso de la Grapadora automática Poly Clip FCA 3430 se tienen 7 operaciones incluidas en la hoja de ruta, de las cuales el cumplimiento por volumen se muestra en la **Tabla 23**.

**Tabla 23**

*Cumplimiento por volumen de Grapadora Poly Clip FCA 3430.*

Operación	Cumple		No cumple		Total
	Cantidad	%	Cantidad	%	
0010	13	61,9%	8	38,1%	21
0020	14	70%	6	30%	20
0030	3	42,9%	4	57,1%	7
0040	5	71,4%	2	28,6%	7
0050	0	0%	1	100%	1
0060	1	100%	0	0%	0
0070	18	75%	6	25%	24
				<b>TOTAL</b>	<b>80</b>

Una vez se realizó el sondeo de cumplimiento de cada uno de los equipos según la posición correspondiente a la hoja de ruta del plan de mantenimiento se procedió a analizar la cantidad de horas proyectadas por equipo según la especialidad para visualizar cuáles eran la cantidad de horas cumplidas y cuáles se proyectaron, pero sus operaciones no fueron realizadas. En la **Tabla 24** se tienen los datos recolectados de dicho análisis.

**Tabla 24**

*Comparativo entre horas programadas vs horas no ejecutadas.*

Equipo	Mecánico		Eléctrico		Electrónico		Instrumentista	
	H.P.	H.N.E.	H.P.	H.N.E.	H.P.	H.N.E.	H.P.	H.N.E.
Formadora Townsend NL17 Smart Link	310	84	134	42	38	6,8	34	22
Formadora salchichas VEMAG LPG238	69	18	47,5	12	20	3	0	0
Formadora Townsend NL17 N°1	318	96,5	146,4	50	42	15,2	36	16
Formadora Townsend NL17 N°2	306,5	84	140,3	70	27	12,8	40	12
Formadora salchichas VEMAG LPG218	181	61	92,8	48	43	13	0	0
Empacadora Powerpack 660 N°5	172	18	181,5	20,5	38	4	119	69,5
Empacadora Power pack NT 520 N°39	145	57	160,5	66	55	4	26	12
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	172	67	110,5	22,5	38	8	119	66
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	178,1	116,4	14,9	6	0	0	0	0
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	813,8	498,9	19,5	5,8	572	112	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2665,4</b>	<b>1100,8</b>	<b>1047,9</b>	<b>342,8</b>	<b>873</b>	<b>178,8</b>	<b>374</b>	<b>197,5</b>

### 6.9. Variación de tiempos reportados vs tiempos sugeridos en el plan de mantenimiento

Dado el reporte presentado en el punto 6.3. por medio de la transacción IW37N, se tomaron los valores de tiempos de trabajo real de las operaciones que fueron realizadas para poder calcular cuál es la desviación del tiempo programado vs el ejecutado; por otra parte, se calculó la diferencia entre el tiempo sugerido por el plan de mantenimiento y el promedio de los tiempos reportados, para tener en consideración cuánto tiempo se ha reservado para actividades preventivas, pero, que no ha sido ejecutado.

#### 6.9.1. Cálculo de promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de los tiempos reportados.

Según la fórmula de promedio, desviación estándar y coeficiente de variación se obtuvieron los resultados mostrados en la **Tabla 25**, **Tabla 26**, **Tabla 27**, **Tabla 28**, **Tabla 29**, **Tabla 30**, **Tabla 31**, **Tabla 32**, **Tabla 33** y la **Tabla 34** a continuación para cada equipo.

**Tabla 25**

*Coficiente de variación de trabajo real en Formadora Townsend NL 17 Smart Link.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Desviación estándar	Coficiente de variación
0010	PRV mensual mecánico	8	5,33	2,36	44,27%
0020	PRV mensual eléctrico	2	1,71	1,24	72,58%
0030	PRV trimestral mecánico	0,5	1	0,63	63,25%
0040	PRV trimestral eléctrico	4	2,29	0,95	41,61%
0050	PRV trimestral instrumentista	4	2,58	1,24	48,06%
0060	PRV semestral eléctrico	4	2,25	1,25	55,92%
0070	PRV anual eléctrico	6	3,66	2,9	56,77%
0080	PRV trimestral electrónico	3,4	2,64	0,87	56,67%
0090	PRV semestral mecánico	2,5	2,63	2,26	85,78%

**Tabla 26***Coefficiente de variación de trabajo real en Formadora salchichas VEMAG LPG238.*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
0020	PRV mensual mecánico	4	2,95	0,89	30,37%
0030	PRV trimestral mecánico	3	4	2	50%
0040	PRV mensual eléctrico	2	1,5	0,78	51,63%
0050	PRV trimestral eléctrico	2	1	0	0%
0060	PRV semestral eléctrico	4	1,5	0,71	47,14%
0070	PRV anual eléctrico	4	2	N/A	N/A
0080	PRV trimestral electrónico	3	2,16	1,04	48,04%
0090	PRV semestral electrónico	4	3,5	0,71	20,2%

**Tabla 27***Coefficiente de variación de trabajo real en Formadora Townsend NL 17 N°1*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
0010	PRV mensual mecánico	8	4,9	2,3	47,16%
0020	PRV mensual eléctrico	2	1,52	0,87	56,67%
0030	PRV trimestral mecánico	0,5	0,5	0,42	76,36%
0040	PRV trimestral eléctrico	4	2,1	1,28	64,5%
0050	PRV trimestral instrumentista	4	2,5	1,55	61,97%
0060	PRV semestral eléctrico	4	3,7	0,58	15,75%
0070	PRV anual eléctrico	6	4	N/A	N/A
0080	PRV trimestral electrónico	3,8	3,8	2,64	68,86%
0090	PRV semestral mecánico	2	1,58	2,01	127,1%

**Tabla 28***Coefficiente de variación de trabajo real en Formadora Townsend NL17 N°2*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
0010	PRV mensual mecánico	8	5,6	2,57	45,65%
0020	PRV mensual eléctrico	2	1,44	0,56	38,82%
0030	PRV trimestral mecánico	1,5	1,4	0,49	34,7%
0040	PRV semestral eléctrico	4	N/A	N/A	N/A
0050	PRV semestral eléctrico	4	N/A	N/A	N/A
0060	PRV anual eléctrico	1	N/A	N/A	N/A
0070	PRV trimestral electrónico	2	N/A	N/A	N/A
0080	PRV semestral mecánico	2,5	N/A	N/A	N/A
0090	PRV mensual mecánico	1	N/A	N/A	N/A

**Tabla 29***Coefficiente de variación de trabajo real en Formadora de salchichas VEMAG LPG218*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
0020	PRV mensual mecánico	4	3,45	2,1	59,62%
0030	PRV trimestral mecánico	3	3,14	0,89	28,63%
0040	PRV mensual eléctrico	2	1,54	0,63	40,68%
0050	PRV trimestral eléctrico	2	1,376	0,48	34,82%
0060	PRV semestral eléctrico	4	1,5	0,70	47,14%
0070	PRV anual eléctrico	4	1,5	N/A	N/A
0080	PRV anual electrónico	3	N/A	N/A	N/A
0090	PRV semestral electrónico	4	3,3	0,58	17,32%

**Tabla 30***Coefficiente de variación de trabajo real en Empacadora Powerpack 660 N°5*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
0010	PRV bimensual eléctrico	1,5	1,27	0,36	28,43%
0020	PRV trimestral eléctrico	2	1,78	0,41	23,05%
0030	PRV semestral eléctrico	3	2,16	0,76	35,25%
0040	PRV anual eléctrico	4	2	N/A	N/A
0050	PRV trimestral electrónico	2	2,9	2,42	83,8%
0060	PRV semestral electrónico	4	2	0	0%
0070	PRV trimestral mecánico	5	3	1,41	47,14%
0080	PRV semestral mecánico	3	1,66	0,57	34,64%
0090	PRV anual mecánico	16	4,5	4,94%	109,99%
0100	PRV semestral instrumentista	2	N/A	N/A	N/A
0110	PRV semestral instrumentista	2	2	N/A	N/A
0120	PRV semestral instrumentista	3	1	N/A	N/A
0130	PRV anual instrumentista	4	N/A	N/A	N/A
0140	PRV anual instrumentista	2	N/A	N/A	N/A
0150	PRV bianual instrumentista	2	N/A	N/A	N/A
0160	PRV bianual instrumentista	4	N/A	N/A	N/A
0170	PRV bianual instrumentista	6	N/A	N/A	N/A
0180	PRV quinquenal instrumentista	1	N/A	N/A	N/A

**Tabla 31***Coefficiente de variación de trabajo real en Empacadora Powerpack NT 520 N°39.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
0010	PRV mensual mecánico	2	1,68	0,61	36,21%
0020	PRV trimestral mecánico	3	2,14	0,38	17,64%
0030	PRV bimensual eléctrico	2	1,36	0,5	37%
0040	PRV trimestral electrónico	2	1,72	0,44	25,06%
0050	PRV semestral mecánico	6	N/A	N/A	N/A
0060	PRV semestral eléctrico	6	1,7	1,47	86,65%
0070	PRV anual mecánico	8	3,5	0,71	20,2%
0080	PRV semestral electrónico	6	3	1	33,3%
0090	PRV anual electrónico	1	0,67	0,29	43,3%
0100	PRV trimestral eléctrico	4	2,42	1,64	67,7%
0110	PRV anual eléctrico	8	4	N/A	N/A
0120	PRV cuatrimestral mecánico	1	1	N/A	N/A

**Tabla 32***Coefficiente de variación de trabajo real en Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
0010	PRV mensual mecánico	3	2,32	0,82	35,56%
0020	PRV bimensual eléctrico	1	1,38	0,51	36,57%
0030	PRV mensual instrumentista	1	0,94	0,15	16,22%
0040	PRV trimestral eléctrico	3	2,33	1,1	46,70%
0050	PRV trimestral mecánico	5	4,33	2,04	47,22%
0060	PRV trimestral electrónico	8	3,7	1,83	49,43%
0070	PRV semestral mecánico	3	1,1	1,18	107,32%
0080	PRV semestral eléctrico	2	2,25	0,5	22,2%
0090	PRV anual eléctrico	1,5	1,5	0	0%
0100	PRV anual mecánico	16	2,17	3,32	153,22%
0110	PRV anual instrumentista	2	1	0	0%
0120	PRV trimestral instrumentista	5	4,75	1,5	31,58%
0130	PRV trimestral instrumentista	5	2,88	1,36	47,17%
0010	PRV mensual mecánico	1	N/A	N/A	N/A
0020	PRV mensual eléctrico	1	1,1	0,29	26,18
0030	PRV mensual instrumentista	1	0,94	0,28	29,93%
0040	PRV semestral instrumentista	2	1,33	0,58	43,3%
0050	PRV semestral eléctrico	1	0,75	0,25	33,3%
0010	PRV trimestral instrumentista	3	N/A	N/A	N/A
0010	PRV anual mecánico	4	N/A	N/A	N/A
0020	PRV anual mecánico	5	N/A	N/A	N/A
0030	PRV anual mecánico	6	N/A	N/A	N/A
0040	PRV anual mecánico	7	N/A	N/A	N/A
0050	PRV trimestral mecánico	0	N/A	N/A	N/A
0010	PRV trimestral eléctrico	1	1	N/A	N/A
0010	PRV trimestral mecánico	1,5	1,5	0	0%
0010	PRV cuatrimestral mecánico	1	N/A	N/A	N/A

**Tabla 33***Coefficiente de variación de trabajo real en Grapadora automática Poly Clip FCA 120*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
0010	PRV mensual mecánico	4,7	2,5	2,12	84,85%
0050	PRV trimestral mecánico	2	3,5	2,12	60,61%
0070	PRV semanal mecánico	1	1	0	0%
0080	PRV mensual eléctrico	1	1,1	0,2	18,84%
0090	PRV trimestral eléctrico	2	2	N/A	N/A
0100	PRV semestral eléctrico	3	2	N/A	N/A
0110	PRV semestral mecánico	3,3	N/A	N/A	N/A
0120	PRV quincenal mecánico	0,6	N/A	N/A	N/A

**Tabla 34***Coefficiente de variación de trabajo real en Grapadora automática Poly Clip FCA 3430.*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Desviación estándar</b>	<b>Coefficiente de variación</b>
0010	PRV mensual mecánico	2	1,55	0,85	55,06%
0020	PRV mensual electrónico	2	2,25	2,03	91,28%
0030	PRV trimestral mecánico	72	2,54	3,75	147,67%
0040	PRV trimestral electrónico	48	2,7	3,04	113,21%
0050	PRV anual mecánico	96	N/A	N/A	N/A
0060	PRV anual electrónico	72	0,5	0	0%
0070	PRV mensual eléctrico	0,3	0,89	0,56	62,73%

### 6.9.2. Cálculo de diferencia entre tiempo sugerido vs promedio de tiempo ejecutado

Para el cálculo de la diferencia entre los tiempos promedios reportados y los tiempos sugeridos por el PM se tienen los resultados mostrados en la **Tabla 35**, **Tabla 36**, **Tabla 37**, **Tabla 38**, **Tabla 39**, **Tabla 40**, **Tabla 41**, **Tabla 42**, **Tabla 43** y la **Tabla 44** a continuación:

**Tabla 35**

*Cálculo de diferencia entre el tiempo sugerido en el PM y el tiempo reportado para Formadora Townsend NL17 Smart Link*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	CANT/AÑO	Total (H)
0010	PRV mensual mecánico	8	5,33	2,67	12	32,04
0020	PRV mensual eléctrico	2	1,71	0,29	12	3,48
0030	PRV trimestral mecánico	0,5	1	-0,5	4	-2
0040	PRV trimestral eléctrico	4	2,29	1,71	4	6,84
0050	PRV trimestral instrumentista	4	2,58	1,42	4	5,68
0060	PRV semestral eléctrico	4	2,25	1,75	2	3,5
0070	PRV anual eléctrico	6	3,66	2,34	1	2,34
0080	PRV trimestral electrónico	3,4	2,64	0,76	4	3,04
0090	PRV semestral mecánico	2,5	2,63	-0,13	2	0,26
<b>TOTAL</b>						<b>55,18</b>

**Tabla 36**

*Cálculo de diferencia entre el tiempo sugerido en el PM y el tiempo reportado en Formadora salchichas VEMAG LPG238.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	CANT/AÑO	Total (H)
0020	PRV mensual mecánico	4	2,95	1,05	12	12,6
0030	PRV trimestral mecánico	3	4	-1	4	-4
0040	PRV mensual eléctrico	2	1,5	0,5	12	6
0050	PRV trimestral eléctrico	2	1	1	4	4
0060	PRV semestral eléctrico	4	1,5	2,5	2	5
0070	PRV anual eléctrico	4	2	2	1	2
0080	PRV trimestral electrónico	3	2,16	0,84	4	3,36
0090	PRV semestral electrónico	4	3,5	0,5	2	1
<b>TOTAL</b>						<b>29,96</b>

**Tabla 37***Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Formadora Townsend NL 17 N°1*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	Frecuencia	Total (H)
0010	PRV mensual mecánico	8	4,9	3,1	12	37,2
0020	PRV mensual eléctrico	2	1,52	0,48	12	5,76
0030	PRV trimestral mecánico	0,5	0,5	0	4	0
0040	PRV trimestral eléctrico	4	2,1	1,79	4	7,16
0050	PRV trimestral instrumentista	4	2,5	1,5	4	6
0060	PRV semestral eléctrico	4	3,7	0,3	2	0,6
0070	PRV anual eléctrico	6	4	2	1	2
0080	PRV trimestral electrónico	3,8	3,8	0	4	0
0090	PRV semestral mecánico	2	1,58	0,42	2	0,84
<b>TOTAL</b>						<b>59,56</b>

**Tabla 38***Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Formadora Townsend NL17 N°2.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	Frecuencia	Total (H)
0010	PRV mensual mecánico	8	5,6	2,4	12	28,8
0020	PRV mensual eléctrico	2	1,44	0,56	12	6,72
0030	PRV trimestral mecánico	1,5	1,4	0,1	4	0,4
0040	PRV semestral eléctrico	4	N/A	N/A	N/A	N/A
0050	PRV semestral eléctrico	4	N/A	N/A	N/A	N/A
0060	PRV anual eléctrico	1	N/A	N/A	N/A	N/A
0070	PRV trimestral electrónico	2	N/A	N/A	N/A	N/A
0080	PRV semestral mecánico	2,5	N/A	N/A	N/A	N/A
0090	PRV mensual mecánico	1	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>						<b>35,92</b>

**Tabla 39**

*Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Formadora de salchichas VEMAG LPG218.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	Frecuencia	Total (H)
0020	PRV mensual mecánico	4	3,45	0,55	12	6,6
0030	PRV trimestral mecánico	3	3,14	-0,14	4	-0,56
0040	PRV mensual eléctrico	2	1,54	0,46	12	5,52
0050	PRV trimestral eléctrico	2	1,38	0,62	4	2,48
0060	PRV semestral eléctrico	4	1,5	2,5	2	5
0070	PRV anual eléctrico	4	1,5	2,5	1	2,5
0080	PRV anual electrónico	3	N/A	N/A	N/A	N/A
0090	PRV semestral electrónico	4	3,3	0,7	2	1,4
<b>TOTAL</b>						<b>22,94</b>

**Tabla 40**

*Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Empacadora Powerpack 660 N°5.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	Frecuencia	Total (H)
0010	PRV bimensual eléctrico	1,5	1,27	0,23	6	1,38
0020	PRV trimestral eléctrico	2	1,78	0,22	4	0,88
0030	PRV semestral eléctrico	3	2,16	0,84	2	1,68
0040	PRV anual eléctrico	4	2	2	1	2
0050	PRV trimestral electrónico	2	2,9	0,9	4	3,6
0060	PRV semestral electrónico	4	2	2	2	4
0070	PRV trimestral mecánico	5	3	2	4	8
0080	PRV semestral mecánico	3	1,66	1,34	2	2,68
0090	PRV anual mecánico	16	4,5	11,5	1	11,5
0100	PRV semestral instrumentista	2	N/A	N/A	N/A	N/A
0110	PRV semestral instrumentista	2	2	0	2	0
0120	PRV semestral instrumentista	3	1	2	2	4
0130	PRV anual instrumentista	4	N/A	N/A	N/A	N/A
0140	PRV anual instrumentista	2	N/A	N/A	N/A	N/A
0150	PRV bianual instrumentista	2	N/A	N/A	N/A	N/A
0160	PRV bianual instrumentista	4	N/A	N/A	N/A	N/A
0170	PRV bianual instrumentista	6	N/A	N/A	N/A	N/A
0180	PRV quinquenal instrumentista	1	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>						<b>39,72</b>

**Tabla 41**

*Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Empacadora Powerpack NT 520 N°39.*

<b>Op.</b>	<b>Texto breve</b>	<b>Trabajo sugerido (H)</b>	<b>Promedio Trabajo real (H)</b>	<b>Diferencia promedio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Total (H)</b>
<b>0010</b>	PRV mensual mecánico	2	1,68	0,32	12	3,84
<b>0020</b>	PRV trimestral mecánico	3	2,14	0,86	4	3,44
<b>0030</b>	PRV bimensual eléctrico	2	1,36	0,64	6	3,84
<b>0040</b>	PRV trimestral electrónico	2	1,72	0,28	4	1,12
<b>0050</b>	PRV semestral mecánico	6	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>0060</b>	PRV semestral eléctrico	6	1,7	4,3	2	8,6
<b>0070</b>	PRV anual mecánico	8	3,5	4,5	1	4,5
<b>0080</b>	PRV semestral electrónico	6	3	3	2	6
<b>0090</b>	PRV anual electrónico	1	0,67	0,33	1	0,33
<b>0100</b>	PRV trimestral eléctrico	4	2,42	1,58	4	6,32
<b>0110</b>	PRV anual eléctrico	8	4	4	1	4
<b>0120</b>	PRV cuatrimestral mecánico	1	1	0	3	0
<b>TOTAL</b>						<b>41,99</b>

**Tabla 42**

*Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Empacadora Powerpack NT GEA - GB 700.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	Frecuencia	Total (H)
0010	PRV mensual mecánico	3	2,32	0,68	12	8,16
0020	PRV bimensual eléctrico	1	1,38	-0,38	6	-2,28
0030	PRV mensual instrumentista	1	0,94	0,06	12	0,72
0040	PRV trimestral eléctrico	3	2,33	0,67	4	2,68
0050	PRV trimestral mecánico	5	4,33	0,67	4	2,68
0060	PRV trimestral electrónico	8	3,7	4,3	4	17,2
0070	PRV semestral mecánico	3	1,1	1,9	2	3,8
0080	PRV semestral eléctrico	2	2,25	-0,25	2	-0,5
0090	PRV anual eléctrico	1,5	1,5	0	1	0
0100	PRV anual mecánico	16	2,17	13,83	1	13,83
0110	PRV anual instrumentista	2	1	1	1	1
0120	PRV trimestral instrumentista	5	4,75	0,25	4	1
0130	PRV trimestral instrumentista	5	2,88	2,12	4	8,48
0010	PRV mensual mecánico	1	N/A	N/A	N/A	N/A
0020	PRV mensual eléctrico	1	1,1	-0,1	12	1,2
0030	PRV mensual instrumentista	1	0,94	0,06	12	0,72
0040	PRV semestral instrumentista	2	1,33	0,67	2	1,34
0050	PRV semestral eléctrico	1	0,75	0,25	2	0,5
0010	PRV trimestral instrumentista	3	N/A	N/A	N/A	N/A
0010	PRV anual mecánico	4	N/A	N/A	N/A	N/A
0020	PRV anual mecánico	5	N/A	N/A	N/A	N/A
0030	PRV anual mecánico	6	N/A	N/A	N/A	N/A
0040	PRV anual mecánico	7	N/A	N/A	N/A	N/A
0050	PRV trimestral mecánico	0	N/A	N/A	N/A	N/A
0010	PRV trimestral eléctrico	1	1	N/A	N/A	N/A
0010	PRV trimestral mecánico	1,5	1,5	0	4	0
0010	PRV cuatrimestral mecánico	1	N/A	N/A	N/A	N/A
					<b>TOTAL</b>	<b>60,48</b>

**Tabla 43**

*Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Grapadora automática Poly Clip FCA 120.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	Frecuencia	Total (H)
0010	PRV mensual mecánico	4,7	2,5	2,2	12	26,4
0050	PRV trimestral mecánico	2	3,5	-1,5	4	-6
0070	PRV semanal mecánico	1	1	0	52	0
0080	PRV mensual eléctrico	1	1,1	0,1	12	1,2
0090	PRv trimestral eléctrico	2	2	0	4	0
0100	PRV semestral eléctrico	3	2	1	2	2
0110	PRV semestral mecánico	3,3	N/A	N/A	N/A	N/A
0120	PRV quincenal mecánico	0,6	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>						<b>23,6</b>

**Tabla 44**

*Cálculo de diferencia entre trabajo sugerido vs trabajo reportado en Grapadora automática Poly clip FCA 3430.*

Op.	Texto breve	Trabajo sugerido (H)	Promedio Trabajo real (H)	Diferencia promedio	Frecuencia	Total (H)
0010	PRV mensual mecánico	2	1,55	0,45	12	5,4
0020	PRV mensual electrónico	2	2,25	-0,25	12	-3
0030	PRV trimestral mecánico	72	2,54	69,46	4	277,84
0040	PRV trimestral electrónico	48	2,7	45,3	4	181,2
0050	PRV anual mecánico	96	N/A	N/A	1	N/A
0060	PRV anual electrónico	72	0,5	71,5	1	71,5
0070	PRV mensual eléctrico	0,3	0,89	-0,59	12	-7,08
<b>TOTAL</b>						<b>525,86</b>

### 6.10. Reporte de averías y análisis de modos de falla

El reporte de averías en SAP de la transacción IW29 arrojó inicialmente 566 avisos de avería para los 10 equipos desde el 1 de enero de 2022 al 31 de agosto de 2024; al realizar el barrido inicial se encontraron 101 avisos duplicado, lo que significa que el aviso se creó dos veces y no aporta ninguna información para el análisis; por lo tanto, se descartaron y se tomaron 465 avisos para realizar el Pareto de averías.

Para el año 2022 comprendido desde el 1 de enero al 31 de diciembre se obtuvieron un total de 178 averías, de las cuales se desglosan cada uno de los equipos en la **Tabla 45** mostrada a continuación.

**Tabla 45**

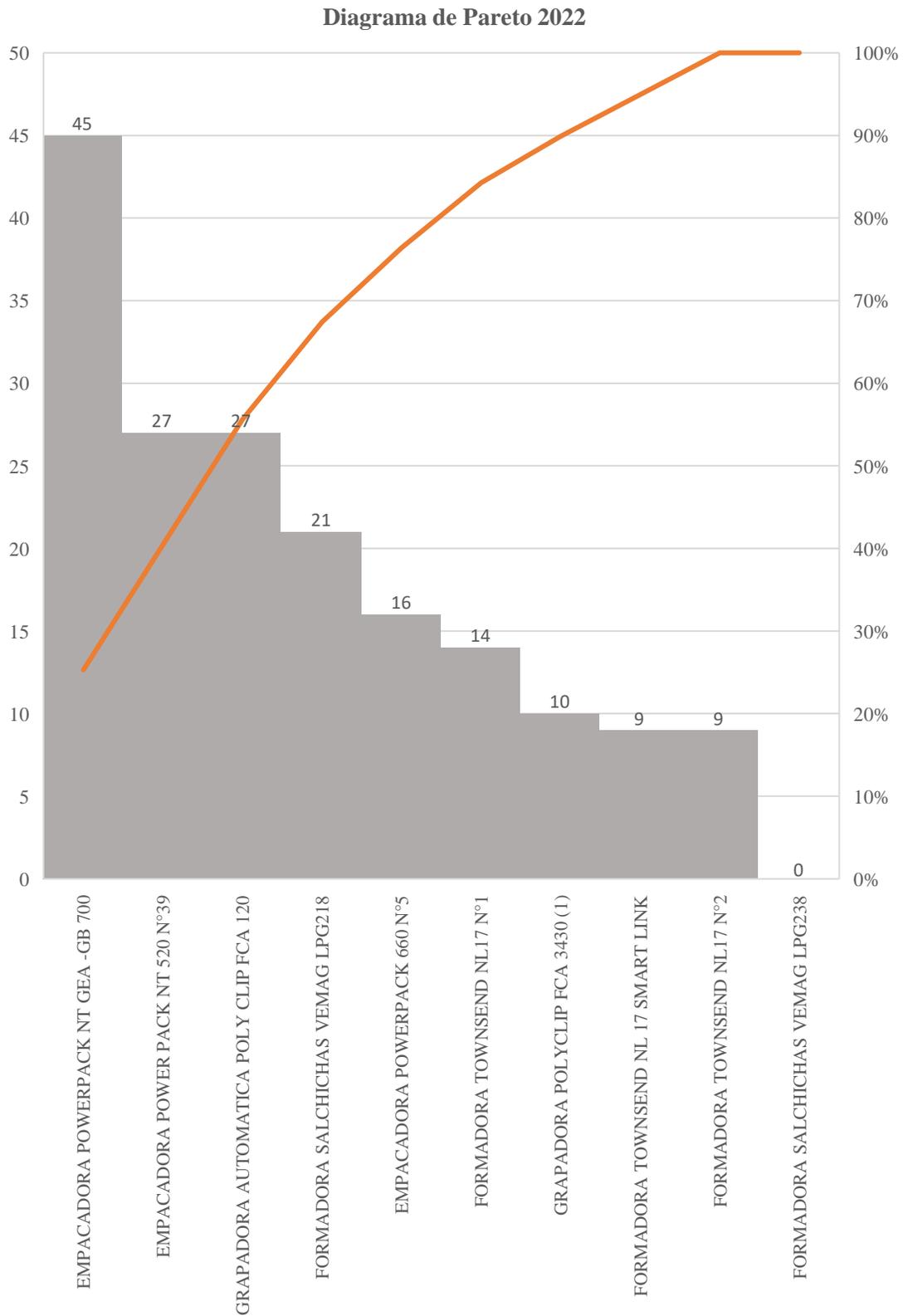
*Reporte de averías para los 10 equipos en el año 2022.*

<b>Equipo</b>	<b>Averías presentadas en 2022</b>
Formadora Townsend NL17 Smart Link	9
Formadora salchichas VEMAG LPG238	N/A
Formadora Townsend NL17 N°1	14
Formadora Townsend NL17 N°2	9
Formadora salchichas VEMAG LPG218	21
Empacadora Powerpack 660 N°5	16
Empacadora Power pack NT 520 N°39	27
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	45
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	27
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	10
<b>TOTAL</b>	<b>178</b>

Según la información obtenida en la **Tabla 45** se construyó un diagrama de Pareto, esto con el fin de visualizar de una manera más gráfica cuál es el foco en los equipos dadas sus averías, el que más incurre en avisos durante el año 2022. El diagrama de Pareto se muestra en la **Gráfica 5**.

**Gráfica 5**

Diagrama de Pareto de los 10 equipos para el año 2022.



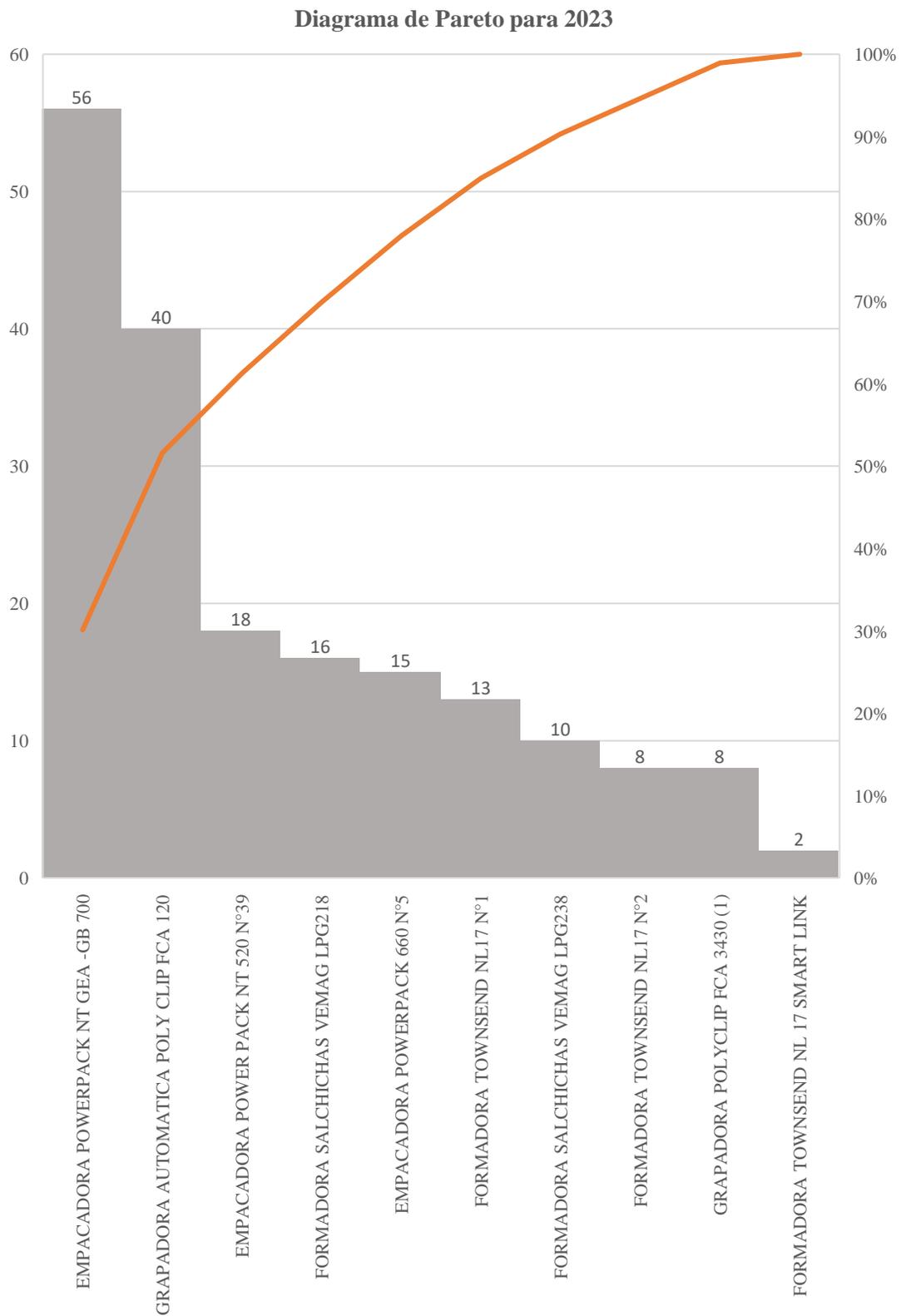
Por otra parte, para el año 2023 comprendido desde el 1 de enero al 31 de diciembre del 2023 se obtuvo un reporte de 186 averías para los 10 equipos, de los cuales se desglosa la información presentada en la **Tabla 46**.

**Tabla 46**

*Reporte de averías para los 10 equipos en el año 2023.*

<b>Equipo</b>	<b>Averías presentadas en 2023</b>
Formadora Townsend NL17 Smart Link	2
Formadora salchichas VEMAG LPG238	10
Formadora Townsend NL17 N°1	13
Formadora Townsend NL17 N°2	8
Formadora salchichas VEMAG LPG218	16
Empacadora Powerpack 660 N°5	15
Empacadora Power pack NT 520 N°39	18
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	56
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	40
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	8
<b>TOTAL</b>	<b>186</b>

Según la información obtenida en la **Tabla 46** se construyó un diagrama de Pareto, esto con el fin de visualizar de una manera más gráfica cuál es el foco en los equipos dadas sus averías, el que más incurre en avisos durante el año 2023. El diagrama de Pareto se muestra en la **Gráfica 6**.

**Gráfica 6***Diagrama de Pareto para el año 2023.*

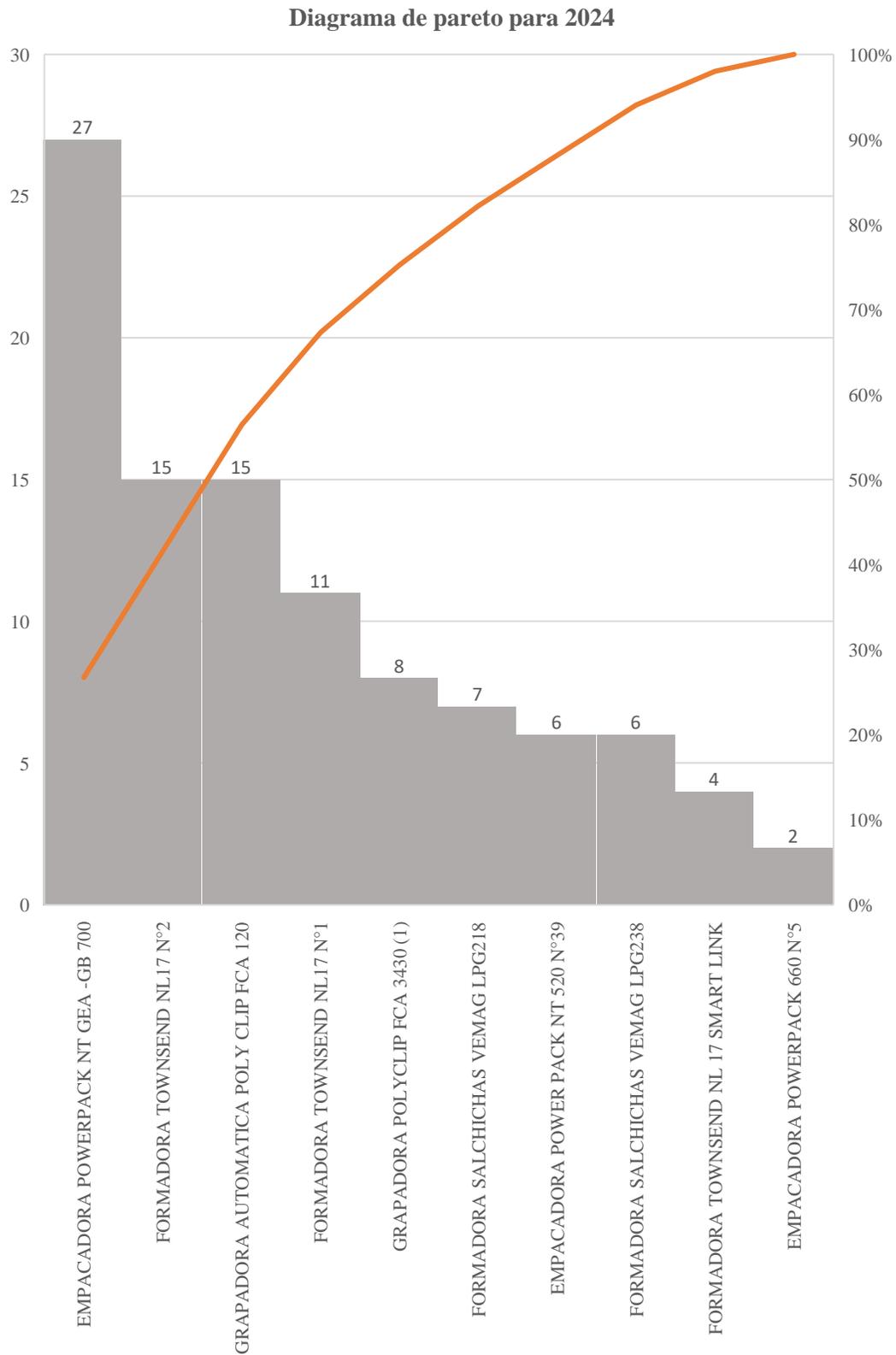
Finalmente, para el año 2024 se tiene un reporte de averías desde el 1 de enero al 31 de agosto, donde se obtuvieron 101 avisos hasta lo que iba del año. Dicho reporte se muestra en la **Tabla 47**.

**Tabla 47**

*Reporte de averías para los 10 equipos en el año 2024.*

<b>Equipo</b>	<b>Averías presentadas en 2024</b>
Formadora Townsend NL17 Smart Link	4
Formadora salchichas VEMAG LPG238	6
Formadora Townsend NL17 N°1	11
Formadora Townsend NL17 N°2	15
Formadora salchichas VEMAG LPG218	7
Empacadora Powerpack 660 N°5	2
Empacadora Power pack NT 520 N°39	6
Empacadora Power pack NT GEA -GB 700	27
Grapadora Automática Poly clip FCA 120	15
Grapadora automática Poly clip FCA 3430	8
<b>TOTAL</b>	<b>101</b>

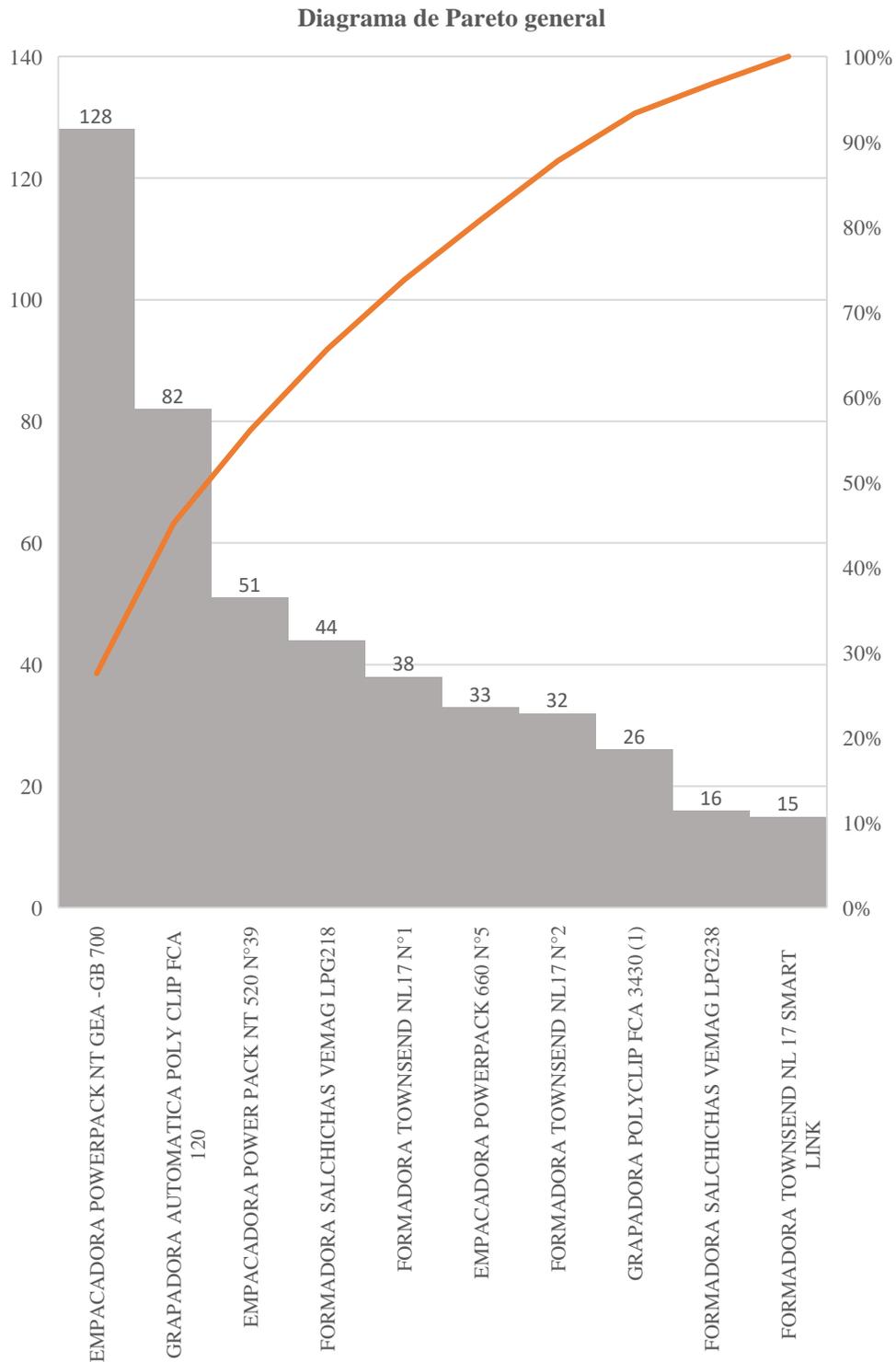
Según la información obtenida en la **Tabla 47** se construyó un diagrama de Pareto, esto con el fin de visualizar de una manera más gráfica cuál es el foco en los equipos dadas sus averías, el que más incurre en avisos en los meses de interés del año 2024. El diagrama de Pareto se muestra en la **Gráfica 7**.

**Gráfica 7***Diagrama de Pareto para el año 2024.*

Por otra parte, se realizó un diagrama de Pareto general del reporte desde el 1 de enero de 2022 al 31 de agosto de 2024, dicho diagrama se muestra en la **Gráfica 8**.

### Gráfica 8

*Diagrama de Pareto general para los 10 equipos.*

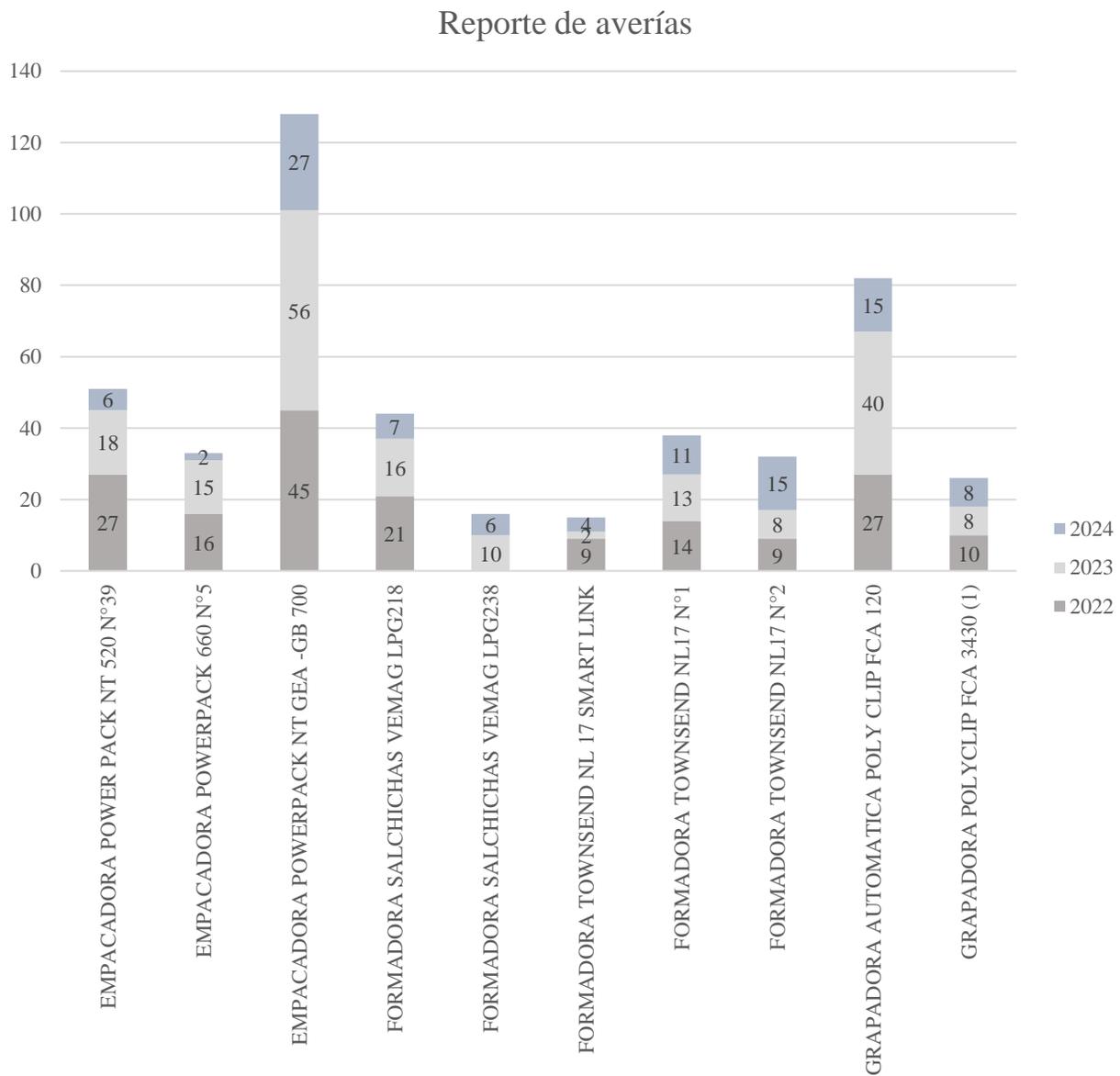


### 6.10.1. Balance de averías por equipo

Dados los reportes mostrados en la **Tabla 45**, **Tabla 46** y la **Tabla 47** presentadas anteriormente, se construyó la con el fin de identificar de una manera más visual cuál es la tendencia de averías de los equipos en los últimos años; esta información permite establecer cuál es el foco de intervención no sólo en los equipos, sino también en sus planes de mantenimiento para que por medio del preventivo sea posible disminuir la probabilidad de la recurrencia de las averías.

#### Gráfica 9

Reporte de avería por años para cada uno de los equipos.



### ***6.10.2. Análisis de modos de falla***

Para el análisis de modos de falla se tomaron los 566 reportes de averías iniciales según la IW29 en SAP ERP desde el 1 de enero de 2022 al 31 de agosto de 2024, según lo mencionado anteriormente se eliminaron los avisos duplicados, que este caso fueron 101, quedando 465 avisos por revisar. Seguidamente, se tuvieron en cuenta los avisos que dentro de su forma contaran con la estructura indicada en la **ISO 14224**, donde al describir una falla esta debe ser descrita de la siguiente manera:

#### *Objeto + Adjetivo + Causa*

Con este primer punto de análisis fue posible identificar que ninguno de los avisos de avería contaba en su estructura con la causa por la cual el operario reportaba la avería, por lo tanto, se analizó la estructura mostrada a continuación:

#### *Objeto + Adjetivo*

Al realizar este sondeo, se encontró que eran muy pocos los avisos redactados en este orden, lo que hizo más largo el proceso de análisis. De los 465 avisos analizados quedaron únicamente 279, ya que 186 avisos no eran claros al describir la avería. Un ejemplo de esto fue para las formadoras de salchichas, donde los operarios describen la avería como “*Formadora bloqueada*” y no es posible identificar a qué parte se hace referencia al bloqueo; o, por otra parte, describían la avería como “*Videojet no funciona*” haciendo que este tipo de avisos fueran descartados ya que no aportaban información útil dentro del análisis.

Finalmente, se tomaron los 279 reportes de averías y se agruparon según los modos de falla por equipo para elaborar en las tablas siguientes el reporte final. Este reporte permitirá realizar a futuro una comparación entre los modos de falla recurrentes de los equipos y sus planes de mantenimiento, permitiendo así un enfoque integral a la hora de realizar el mantenimiento.

Para la Formadora Townsend NL 17 Smart Link se analizaron 8 avisos en total, los cuales arrojaron como modos de falla los datos mostrados en la **Tabla 48**.

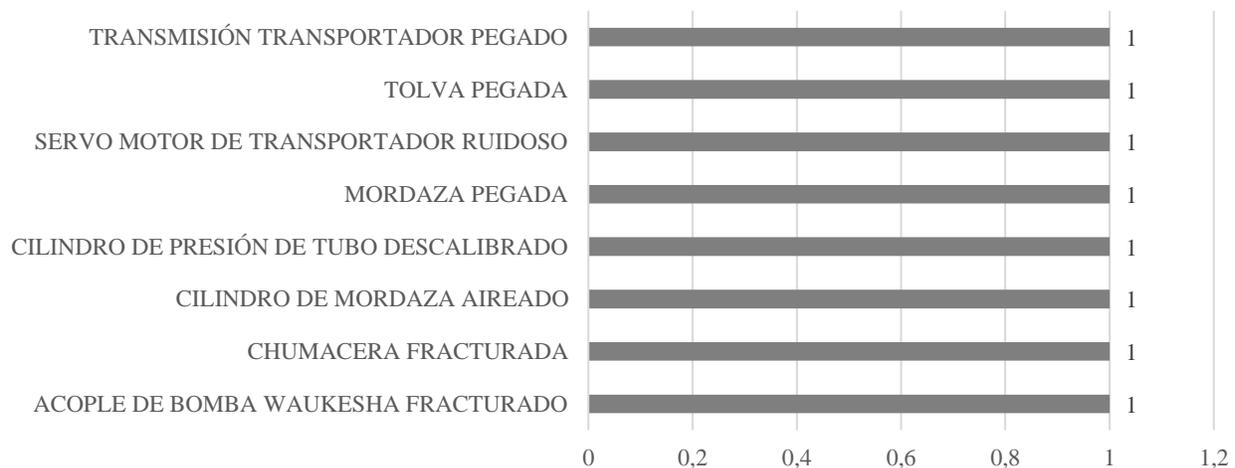
**Tabla 48***Modos de falla para Formadora Townsend NL 17 Smart Link.*

Modo de falla	Número de recurrencias de avería
ACOPLE DE BOMBA WAUKESHA FRACTURADO	1
CHUMACERA FRACTURADA	1
CILINDRO DE MORDAZA AIREADO	1
CILINDRO DE PRESIÓN DE TUBO DESCALIBRADO	1
MORDAZA PEGADA	1
SERVO MOTOR DE TRANSPORTADOR RUIDOSO	1
TOLVA PEGADA	1
TRANSMISIÓN TRANSPORTADOR PEGADO	1
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>

De los resultados de la *Tabla 48* se elaboró la **Gráfica 10** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

**Gráfica 10***Balance de recurrencia de modos de falla para Formadora Townsend NL 17 Smart Link*

### Modos de falla para Formadora Townsend NL 17 Smart Link



Para la Formadora de salchichas VEMAG LPG 238 se analizaron 8 averías, las cuales se muestran en la **Tabla 49**.

**Tabla 49**

*Modos de falla para Formadora de salchichas VEMAG LPG 238.*

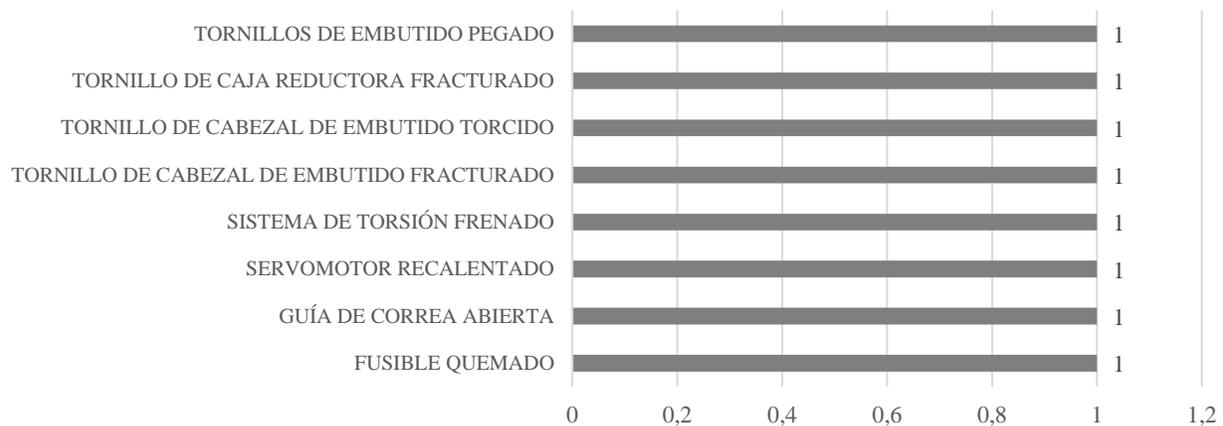
Modo de falla	Número de recurrencias de avería
FUSIBLE QUEMADO	1
GUÍA DE CORREA ABIERTA	1
SERVOMOTOR RECALENTADO	1
SISTEMA DE TORSIÓN FRENADO	1
TORNILLO DE CABEZAL DE EMBUTIDO FRACTURADO	1
TORNILLO DE CABEZAL DE EMBUTIDO TORCIDO	1
TORNILLO DE CAJA REDUCTORA FRACTURADO	1
TORNILLO DE CABEZAL DE EMBUTIDO PEGADO	1
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>

De los resultados de la **Tabla 49** se elaboró la **Gráfica 11** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

**Gráfica 11**

*Balance de recurrencia de modos de falla para Formadora de salchichas VEMAG LPG 238.*

### Modos de falla de Formadora de salchichas VEMAG LPG 238



Para la Formadora Townsend NL 17 N°1 se analizaron 16 modos de fallas, los cuales se muestran en la **Tabla 50**.

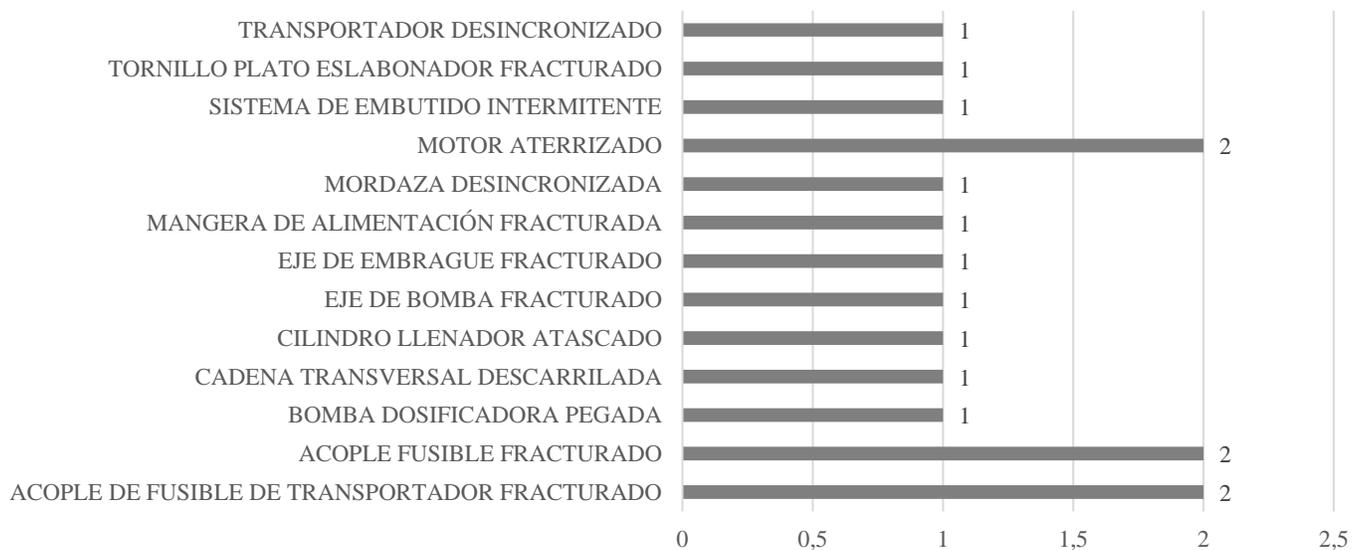
**Tabla 50***Modos de falla de Formadora Townsend NL 17 N°1.*

Modo de falla	Número de recurrencias de avería
ACOPLE DE FUSIBLE DE TRANSPORTADOR FRACTURADO	2
ACOPLE FUSIBLE FRACTURADO	2
BOMBA DOSIFICADORA PEGADA	1
CADENA TRANSVERSAL DESCARRILADA	1
CILINDRO LLENADOR ATASCADO	1
EJE DE BOMBA FRACTURADO	1
EJE DE EMBRAGUE FRACTURADO	1
MANGERA DE ALIMENTACIÓN FRACTURADA	1
MORDAZA DESINCRONIZADA	1
MOTOR ATERRIZADO	2
SISTEMA DE EMBUTIDO INTERMITENTE	1
TORNILLO PLATO ESLABONADOR FRACTURADO	1
TRANSPORTADOR DESINCRONIZADO	1
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

De los resultados de la **Tabla 50** se elaboró la **Gráfica 12** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

**Gráfica 12***Balance de recurrencia de modos de falla para Formadora Townsend NL 17 N°1.*

### Modos de falla de Formadora Townsend NL 17 N°1



Para la Formadora Townsend NL 17 N°2 se analizaron 14 modos de falla, los cuales se muestran en la **Tabla 51**.

**Tabla 51**

*Modos de falla para Formadora Townsend NL 17 N°2.*

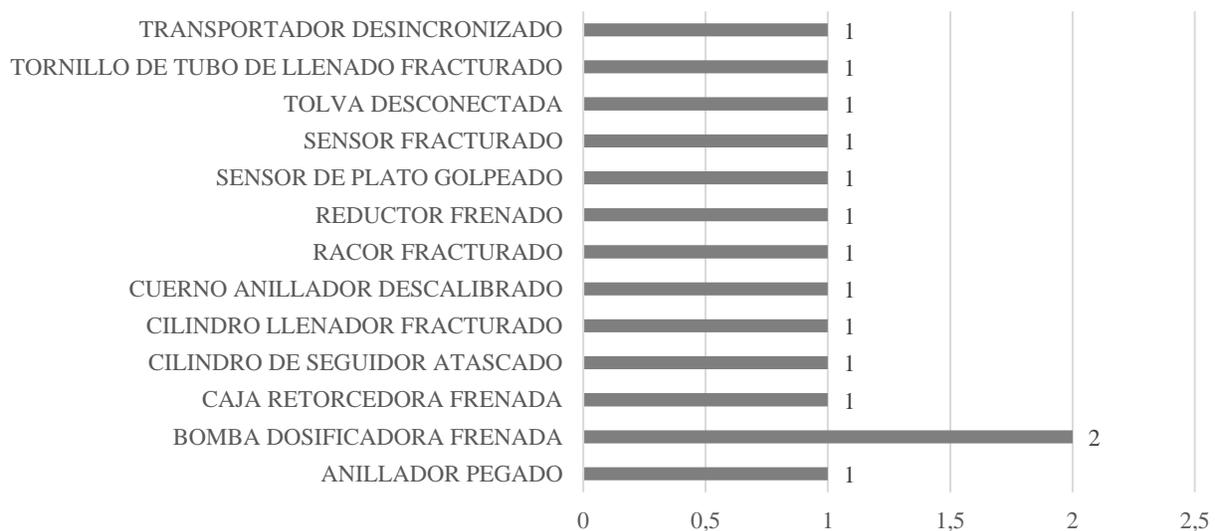
Modo de falla	Número de recurrencias de avería
ANILLADOR PEGADO	1
BOMBA DOSIFICADORA FRENADA	2
CAJA RETORCEDORA FRENADA	1
CILINDRO DE SEGUIDOR ATASCADO	1
CILINDRO LLENADOR FRACTURADO	1
CUERNO ANILLADOR DESCALIBRADO	1
RACOR FRACTURADO	1
REDUCTOR FRENADO	1
SENSOR DE PLATO GOLPEADO	1
SENSOR FRACTURADO	1
TOLVA DESCONECTADA	1
TORNILLO DE TUBO DE LLENADO FRACTURADO	1
TRANSPORTADOR DESINCRONIZADO	1
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>

De los resultados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se elaboró la **Gráfica 13** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

**Gráfica 13**

*Balance de recurrencia de modos de falla para Formadora Townsend NL 17 N°2.*

### Modos de falla de Formadora Townsend NL 17 N°2



Para la Formadora de salchichas VEMAG LPG 218 se analizaron 34 modos de falla, los cuales se muestran en la **Tabla 52**.

**Tabla 52**

*Modos de falla de Formadora de salchichas VEMAG LPG 218.*

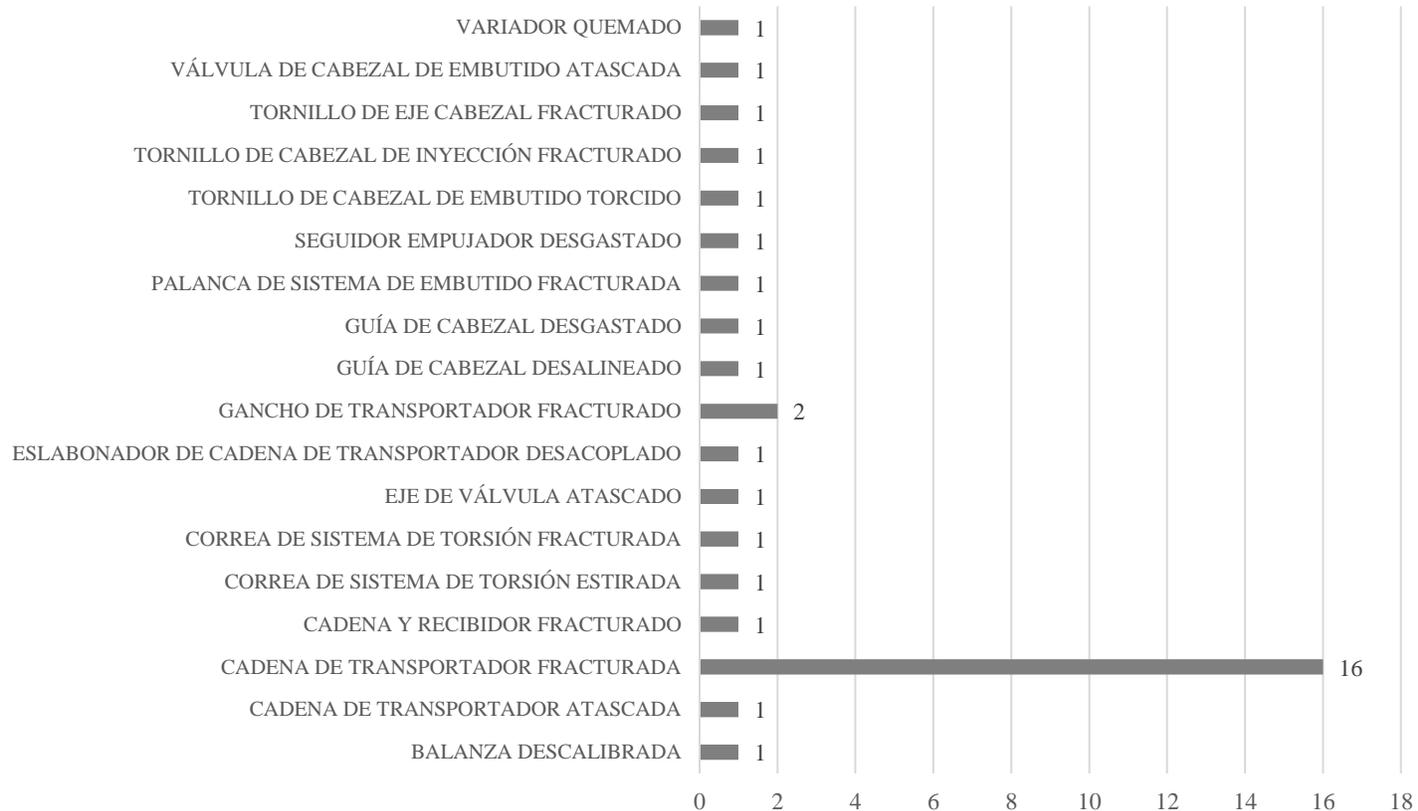
<b>Modo de falla</b>	<b>Número de recurrencias de avería</b>
BALANZA DESCALIBRADA	1
CADENA DE TRANSPORTADOR ATASCADA	1
CADENA DE TRANSPORTADOR FRACTURADA	16
CADENA Y RECIBIDOR FRACTURADO	1
CORREA DE SISTEMA DE TORSIÓN ESTIRADA	1
CORREA DE SISTEMA DE TORSIÓN FRACTURADA	1
EJE DE VÁLVULA ATASCADO	1
ESLABONADOR DE CADENA DE TRANSPORTADOR DESACOPADO	1
GANCHO DE TRANSPORTADOR FRACTURADO	2
GUÍA DE CABEZAL DESALINEADO	1
GUÍA DE CABEZAL DESGASTADO	1
PALANCA DE SISTEMA DE EMBUTIDO FRACTURADA	1
SEGUIDOR EMPUJADOR DESGASTADO	1
TORNILLO DE CABEZAL DE EMBUTIDO TORCIDO	1
TORNILLO DE CABEZAL DE INYECCIÓN FRACTURADO	1
TORNILLO DE EJE CABEZAL FRACTURADO	1
VÁLVULA DE CABEZAL DE EMBUTIDO ATASCADA	1
VARIADOR QUEMADO	1
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>

De los resultados de la **Tabla 52** se elaboró la **Gráfica 14** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

**Gráfica 14**

*Balance de recurrencia de modos de falla para Formadora de salchichas VEMAG LPG 218.*

### Modos de falla de Formadora de salchichas VEMAG LPG 218



Para la Empacadora Power Pack 660 N°5 se analizaron 17 modos de falla, los cuales se muestran en la **Tabla 53**.

**Tabla 53**

*Modos de falla de Empacadora Power Pack 660 N°5.*

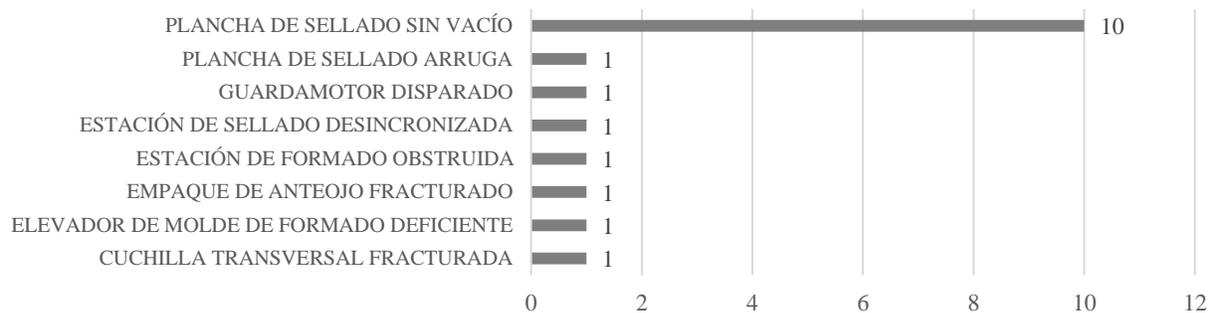
Modo de falla	Número de recurrencias de avería
CUCHILLA TRANSVERSAL FRACTURADA	1
ELEVADOR DE MOLDE DE FORMADO DEFICIENTE	1
EMPAQUE DE ANTEOJO FRACTURADO	1
ESTACIÓN DE FORMADO OBSTRUIDA	1
ESTACIÓN DE SELLADO DESINCRONIZADA	1
GUARDAMOTOR DISPARADO	1
PLANCHA DE SELLADO ARRUGA	1
PLANCHA DE SELLADO SIN VACÍO	10
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>

De los resultados de la **Tabla 53** se elaboró la **Gráfica 15** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

### Gráfica 15

*Balance de recurrencia de modos de falla para Empacadora Power Pack 660 N°5.*

#### Modos de falla de Empacadora Power Pack 660 N°5



Para la Empacadora Power Pack NT 520 N°39 se analizaron 29 modos de falla, los cuales se muestran en la **Tabla 54**.

### Tabla 54

*Modos de falla de Empacadora Power Pack NT 520 N°39*

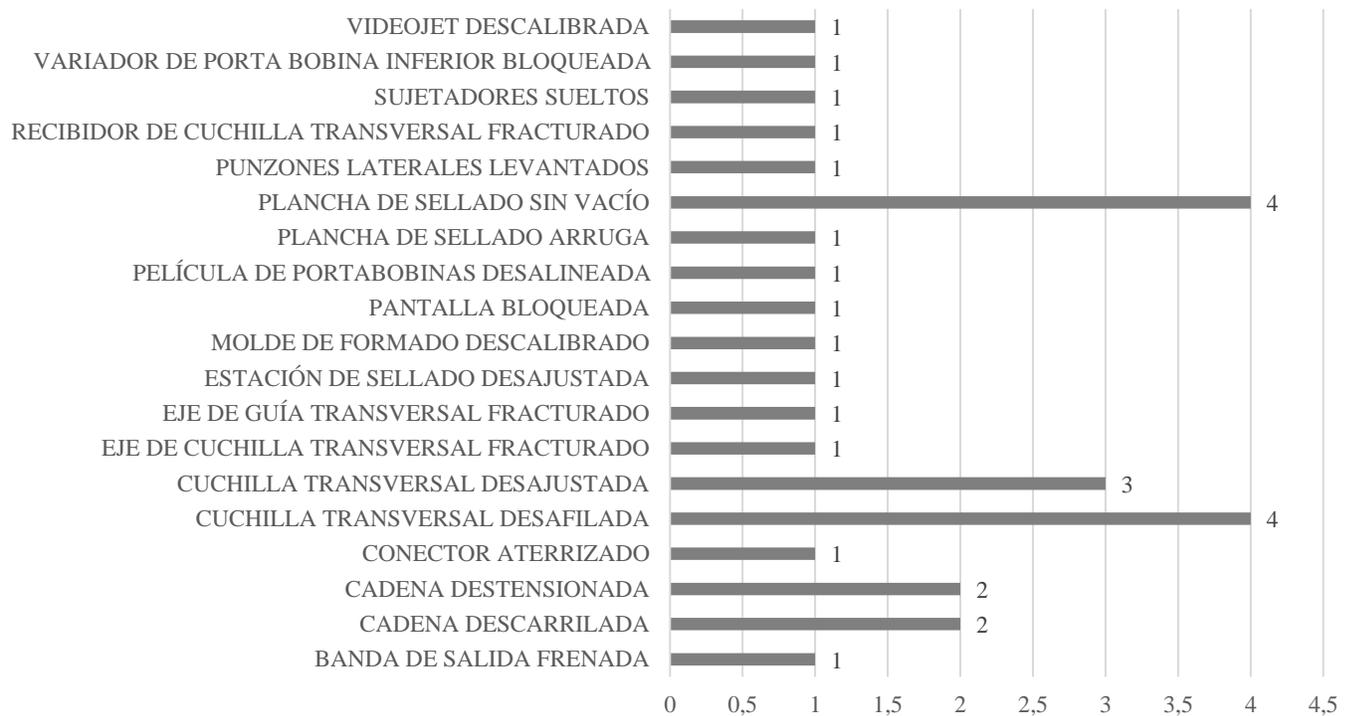
Modo de falla	Número de recurrencias de avería
BANDA DE SALIDA FRENADA	1
CADENA DESCARRILADA	2
CADENA DESTENSIONADA	2
CONECTOR ATERRIZADO	1
CUCHILLA TRANSVERSAL DESAFILADA	4
CUCHILLA TRANSVERSAL DESAJUSTADA	3
EJE DE CUCHILLA TRANSVERSAL FRACTURADO	1
EJE DE GUÍA TRANSVERSAL FRACTURADO	1
ESTACIÓN DE SELLADO DESAJUSTADA	1
MOLDE DE FORMADO DESCALIBRADO	1
PANTALLA BLOQUEADA	1
PELÍCULA DE PORTABOBINAS DESALINEADA	1
PLANCHA DE SELLADO ARRUGA	1
PLANCHA DE SELLADO SIN VACÍO	4
PUNZONES LATERALES LEVANTADOS	1
RECIBIDOR DE CUCHILLA TRANSVERSAL FRACTURADO	1
SUJETADORES SUELTOS	1
VARIADOR DE PORTA BOBINA INFERIOR BLOQUEADA	1
VIDEOJET DESCALIBRADA	1
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>

De los resultados de la **Tabla 54** se elaboró la **Gráfica 16** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

### Gráfica 16

*Balance de recurrencia de modos de falla para Empacadora Power Pack NT 520 N°39.*

#### Modos de falla de Empacadora Power Pack NT 520 N°39



Para la Empacadora Power Pack NT GEA – GB 700 se analizaron 91 modos de falla, los cuales se muestran en la **Tabla 55**.

**Tabla 55***Modos de falla de Empacadora Power Pack NT GEA - GB 700.*

<b>Modo de falla</b>	<b>Número de recurrencias de avería</b>
ACOPLE TENSOR DE BANDA DE SALIDA DESACOPLADO	1
AISLAMIENTO DE ASPIRADORA DEFICIENTE	1
BANDA DE SALIDA DESAJUSTADA	3
CABEZAL N°2 DE VIDEO JET DESACTIVADO	1
CADENA DESCARRILADA	1
CADENA FRENADA	1
CARGADOR Y VIDEOJET DESINCRONIZADO	1
CONTORNO DE SELLADO DEFICIENTE	4
CORREA FRACTURADA	2
DETECTOR DE METALES DESCALIBRADO	1
ELECTROVÁLVULAS PEGADAS	1
EMPAQUE DE ANTEOJO FRACTURADO	7
EMPAQUE DE PRECALENTAMIENTO FRACTURADO	1
ESTACIÓN DE CORTE LONGITUDINAL CRISTALIZADO	1
ESTACIÓN DE FORMADO DEFICIENTE	2
ESTACIÓN DE SELLADO ATASCADA	1
FRENO DE BRAZO DETERIORADO	1
GUÍA DE PELÍCULA FRACTURADA	1
MEMBRANA DE SELLADO DESGASTADA	1
MEMBRANA DE SELLADO FRACTURADA	1
PELÍCULA SUPERIOR DESAJUSTADA	1
PELÍCULA INFERIOR DESAJUSTADA	1
PERFORADORES PEGADOS	2
PLANCHA DE SELLADO ARRUGA	1
PLANCHA DE SELLADO ATASCADA	2
PLANCHA DE SELLADO DESAJUSTADA	3
PLANCHA DE SELLADO FRÍA	2
PLANCHA DE SELLADO SIN VACÍO	14
PULSADOR DE EMERGENCIA PEGADO	1
PUNZONES LATERALES PEGADO	1
RODILLO SUPERIOR PEGADO	1
SEGURO DE MORDAZA FRACTURADO	1
SENSOR DE GUARDA DE FORMADO DESCALIBRADO	2
SENSOR DE GUARDA DE TAPA SUPERIOR DESCALIBRADO	1
SENSOR DE PLANCHA DE SELLADO DESCALIBRADO	1
SISTEMA DE CORTE ATASCADO	1
SISTEMA DE CORTE DESCALIBRADO	1
SOPORTE DE BANDA DE SALIDA FRACTURADO	1

---

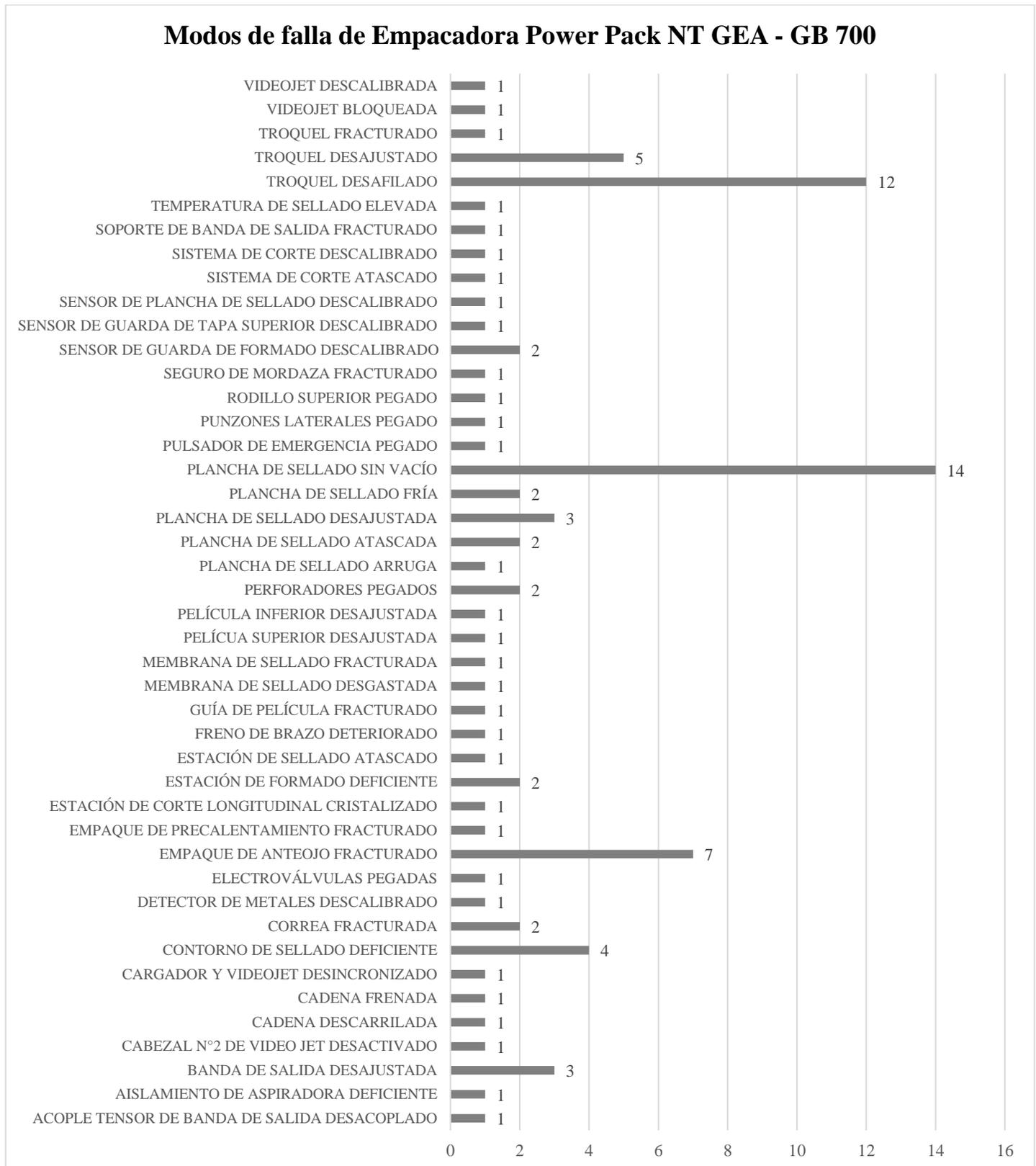
TEMPERATURA DE SELLADO ELEVADA	1
TROQUEL DESAFILADO	12
TROQUEL DESAJUSTADO	5
TROQUEL FRACTURADO	1
VIDEOJET BLOQUEADA	1
VIDEOJET DESCALIBRADA	1
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>

---

De los resultados de la **Tabla 55** se elaboró la **Gráfica 17** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

**Gráfica 17**

*Balance de recurrencia de modos de falla para Empacadora Power Pack NT GEA - GB 700.*



Para la Grapadora automática Poly Clip FCA 120 se analizaron 42 modos de falla los cuales se muestran en la **Tabla 56**.

**Tabla 56**

*Modos de falla de Grapadora Poly Clip FCA 120.*

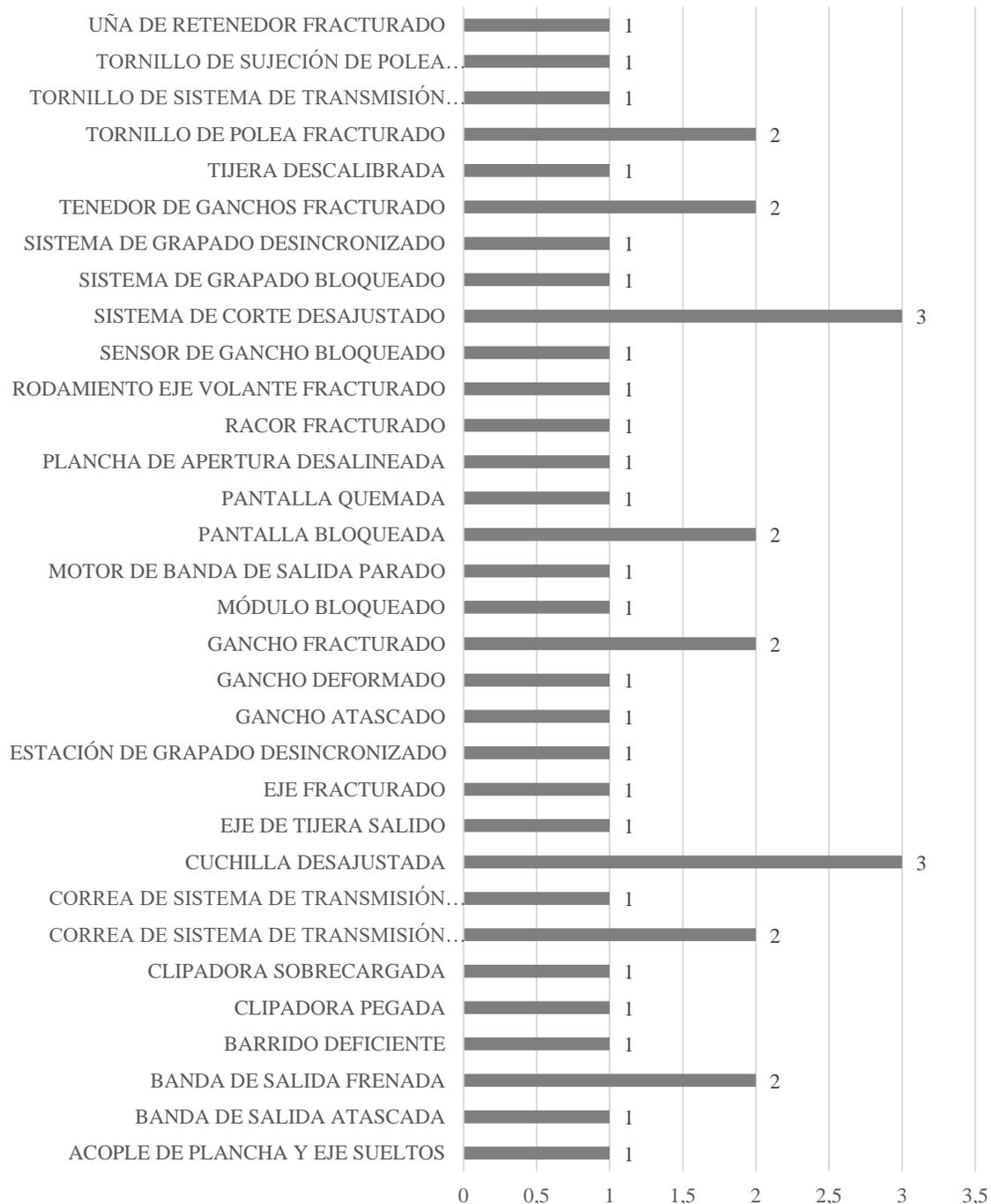
<b>Modo de falla</b>	<b>Número de recurrencias de avería</b>
ACOPLE DE PLANCHA Y EJE SUELTOS	1
BANDA DE SALIDA ATASCADA	1
BANDA DE SALIDA FRENADA	2
BARRIDO DEFICIENTE	1
CLIPADORA PEGADA	1
CLIPADORA SOBRECARGADA	1
CORREA DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN FRACTURADA	2
CORREA DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN PEGADA	1
CUCHILLA DESAJUSTADA	3
EJE DE TIJERA SALIDO	1
EJE FRACTURADO	1
ESTACIÓN DE GRAPADO DESINCRONIZADO	1
GANCHO ATASCADO	1
GANCHO DEFORMADO	1
GANCHO FRACTURADO	2
MÓDULO BLOQUEADO	1
MOTOR DE BANDA DE SALIDA PARADO	1
PANTALLA BLOQUEADA	2
PANTALLA QUEMADA	1
PLANCHA DE APERTURA DESALINEADA	1
RACOR FRACTURADO	1
RODAMIENTO EJE VOLANTE FRACTURADO	1
SENSOR DE GANCHO BLOQUEADO	1
SISTEMA DE CORTE DESAJUSTADO	
SISTEMA DE GRAPADO BLOQUEADO	1
SISTEMA DE GRAPADO DESINCRONIZADO	1
TENEDOR DE GANCHOS FRACTURADO	2
TIJERA DESCALIBRADA	1
TORNILLO DE POLEA FRACTURADO	2
TORNILLO DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN FRACTURADO	1
TORNILLO DE SUJECCIÓN DE POLEA FRACTURADO	1
UÑA DE RETENEDOR FRACTURADO	1
<b>TOTAL</b>	<b>42</b>

De los resultados de la **Tabla 56** se elaboró la **Gráfica 18** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

### Gráfica 18

*Balance de recurrencia de modos de falla para Grapadora automática Poly Clip FCA 120*

## Modo de falla de Grapadora automática Poly Clip FCA 120



Finalmente, para la Grapadora Poly Clip FCA 3430 se analizaron 21 modos de falla, los cuales se muestran en la **Tabla 57**.

**Tabla 57**

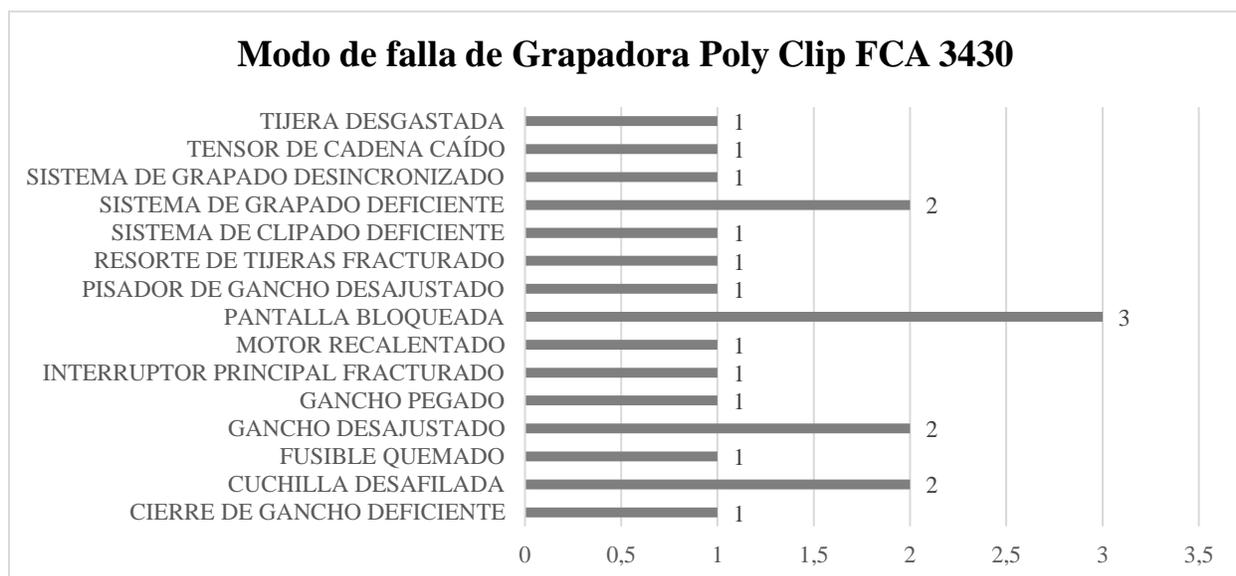
*Modos de falla de Grapadora Poly Clip FCA 340.*

Modo de falla	Número de recurrencias de avería
CIERRE DE GANCHO DEFICIENTE	1
CUCHILLA DESAFILADA	2
FUSIBLE QUEMADO	1
GANCHO DESAJUSTADO	2
GANCHO DESALINEADO	1
INTERRUPTOR PRINCIPAL FRACTURADO	1
MOTOR RECALENTADO	1
PANTALLA BLOQUEADA	3
PISADOR DE GANCHO DESAJUSTADO	1
RESORTE DE TIJERAS FRACTURADO	1
SISTEMA DE CLIPADO DEFICIENTE	1
SISTEMA DE GRAPADO DEFICIENTE	2
SISTEMA DE GRAPADO DESINCRONIZADO	1
TENSOR DE CADENA CAÍDO	1
TIJERA DESGASTADA	1
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>

De los resultados de la **Tabla 57** se elaboró la **Gráfica 19** para tener un comparativo de la recurrencia de las averías.

**Gráfica 19**

*Balance de recurrencia de modos de falla para Grapadora poly Clip FCA 430.*



## 7. Conclusiones

Por medio de los resultados obtenidos de los objetivos trazados para la realización de la evaluación del proceso de planeación y programación de las actividades preventivas permitió concluir que se tienen aspectos a mejorar, tal y como se visualizó en la **Gráfica 1**, en el sondeo inicial que se aplicó al equipo de mantenimiento para determinar cuál era el nivel de percepción de cómo se ejecuta el proceso de mantenimiento en la planta y poder comparar esos datos con el promedio de las bases de datos que Mantonline facilitó para este análisis fue posible determinar que hay oportunidades de mejoras en distintas áreas del proceso.

Al revisar cuál fueron las áreas que requieren de una estrategia que conlleve a cambiar ese nivel de percepción, se observó que la planificación, programación y ejecución del trabajo en los cuales se obtuvieron puntajes entre 0.5 y 0.8, acompañados de la identificación y priorización de las actividades con puntaje de 0.8 y la revisión y mejoras del trabajo realizado tenían los puntajes más bajos con un 0.3, conllevaban a que la percepción del nivel de liderazgo obtuviera un puntaje de 1.3, haciendo que se denote una falta en el desarrollo de la visión estratégica para todo el equipo de mantenimiento.

Las demás áreas, aunque tienen puntajes superiores, que en este caso se encuentran entre 1.3 y 1.7 se encuentran muy por debajo del promedio, ya que para estas áreas los puntajes se encuentran entre un 2.7 y 3.1, lo que significa que requieren de un fortalecimiento entre el proceso empresarial, la supervisión del programa y el cierre de trabajo, la evaluación de competencia y el liderazgo de tal manera que contribuya a alcanzar los objetivos trazados en los planes operativos y estratégicos de la compañía.

Cada uno de los equipos fue analizado con respecto a los objetivos trazados al inicio de este ejercicio, donde al revisar el cumplimiento del plan de mantenimiento, la documentación de las actividades realizada en SAP ERP y el reporte de las averías, se obtuvieron los siguientes resultados:

### *Inspección técnica*

De la inspección técnica que se realizó a cada uno de los equipos según el formato de la **Figura 1** se encontró que solo dos equipos tenían asociados insumos y servicios asociados, la Empacadora Power Pack 660 N°5 de la **Figura 7** y la Empacadora Power Pack NT GEA – GB 700 de la **Figura 9**, al revisar a qué hacían referencia estos repuestos algunos estaban incluidos y no se encontraban movimientos en el año 2024, por lo que no corresponden a estar vinculados en

estos planes de mantenimiento. Para la Empacadora Power Pack NT GEA – GB 700 es de resaltar que tiene asociados 4 troqueles, cada uno de \$211.993.554 dando como resultado un costo de \$847.974.216, pero, esos troqueles no suelen ser adquiridos anualmente, sino que se solicita un servicio externo de reparación y afilado de dichos troqueles, que se realiza con una frecuencia trimestral, por lo tanto, este plan tiene un sobre costo asociado que no corresponde a las necesidades del equipo.

Por otra parte, la Formadora de salchichas VEMAG LPG 238, la Formadora Townsend NL 17 N°2, la Formadora de salchichas VEMAG LPG218, la Empacadora Power Pack NT 520 N° 39, la Grapadora Automática Poly clip FCA 120 y la Grapadora automática Poly clip FCA 3430 no cuentan con actividades de mantenimiento instrumentistas. Para el caso de la Grapadora Automática Poly clip FCA 120 tampoco se tiene asociadas actividades electrónicas asociadas.

Al revisar si los planes de mantenimiento se encontraban estandarizados, se obtuvo que el estado de estos era de un 32,28% de tareas estandarizadas, con focos para los equipos que sus planes de mantenimiento se encuentran por debajo del 50% de estandarización de sus actividades, donde la Formadora Townsend NL17 N°1 tiene un 30%, la Formadora Townsend NL17 N°2 tiene un 33,3%, Empacadora Powerpack 660 N°5 tiene un 11,1%, la Empacadora Power pack NT 520 N°39 tiene un 7,7% , la Empacadora Power pack NT GEA -GB 700 tiene un 48,1%, la Grapadora Automática Poly clip FCA 120 tiene un 25% y la Grapadora automática Poly clip FCA 3430 que tiene un 6,7% de tareas estandarizadas. Finalmente, el porcentaje de cumplimiento del plan de mantenimiento es del 72,2% donde el esperado por el plan operativo es que el cumplimiento sea superior al 90%.

#### ***Cumplimiento del plan de mantenimiento***

El cumplimiento esperado del plan de mantenimiento según lo planteado en el plan operativo es que debe estar por encima del 90%; en este caso ninguno de los equipos llega a un cumplimiento tan alto, por lo que se van a considerar para el análisis los equipos para los que el cumplimiento es inferior al 70%. Los equipos con menor porcentaje de cumplimiento de su plan de mantenimiento son:

- Grapadora Automática Poly clip FCA 120 la cual tiene un cumplimiento del 40%, donde las posiciones con menor cumplimiento corresponden a la 0010 preventivo mensual mecánico, 0050 preventivo trimestral mecánico, 0070 preventivo semestral mecánico y la 0090 preventivo semestral eléctrico.

- Formadora Townsend NL17 N°2 la cual tiene un cumplimiento del 57,7%, donde las posiciones con menor cumplimiento corresponden a la 0020 preventivo mensual eléctrico, 0060 preventivo anual eléctrico, 0070 preventivo semestral electrónico, y la 0080 preventivo semestral mecánico.
- Formadora salchichas VEMAG LPG218 con un cumplimiento del 61,2%, donde las posiciones con menor cumplimiento corresponden a la 0020 preventivo mensual mecánico, 0040 preventivo mensual eléctrico, 0050 preventivo trimestral eléctrico, 0060 preventivo semestral eléctrico, 0070 preventivo anual eléctrico, y la 0080 preventivo anual electrónico.
- Grapadora automática Poly clip FCA 3430 con un cumplimiento del 63,2%, donde las posiciones con menor cumplimiento corresponden a la 0010 preventivo mensual mecánico, 0030 preventivo trimestral mecánico, y la 0050 preventivo anual mecánico.
- Formadora Townsend NL17 N°1 con un cumplimiento del 65,8%, donde las posiciones con menor cumplimiento corresponden a la 0010 preventivo mensual mecánico, 0020 preventivo mensual eléctrico, 0040 preventivo trimestral eléctrico, 0050 preventivo trimestral instrumentista, 0060 preventivo semestral eléctrico, 0070 preventivo anual eléctrico, y la 0080 preventivo trimestral electrónico.

Por otra parte, la **Tabla 13** y la **Tabla 24** corresponden al backlog, lo cual se refiere a todas aquellas actividades que no se ejecutaron a lo largo del tiempo y debieron ser revisadas y reprogramadas, esto se traduce a horas que dentro de la gestión asociada a la programación del mantenimiento que se realiza por parte de los coordinadores, pero no se ejecuta. Dentro de este análisis la especialidad técnica que cuenta con mayor cantidad de horas que corresponden al backlog es para los mecánicos, donde se tienen 1110,8 horas no ejecutadas con respecto a 2665,4 de las horas que fueron programadas, lo que corresponde a un 41,7%.

#### ***Variación de tiempos reportados***

Para el análisis de este objetivo se debe aclarar que todas las posiciones de los planes de mantenimiento que tienen un N/A es porque entraron a ser parte de los planes de mantenimiento recientemente, por lo tanto, no hay registros que permitan realizar el análisis de dispersión de los datos.

Los resultados obtenidos en el punto Cálculo de promedio, desviación estándar y coeficiente de variación de los tiempos reportados., permitió evaluar la consistencia de los procesos de mantenimiento estipulados en los planes de mantenimiento, donde al calcular el coeficiente de variación de los datos, estos no deberían estar por encima del 15%, ya que lo sugerido en el plan de mantenimiento no correspondería a lo que demanda realmente realizar las actividades por parte de los técnicos. Un porcentaje superior al 15% indica que los datos reportados por los técnicos tienen una alta variabilidad entre sí, por lo que el tiempo de ejecución propuesto en el plan de mantenimiento no es consistente con lo demandado por los técnicos, indicando deficiencias en la planificación y programación de las actividades.

En el apartado de Cálculo de diferencia entre tiempo sugerido vs promedio de tiempo ejecutado se calculan las diferencias de tiempos reportados vs los tiempos sugeridos por el plan de mantenimiento; para el caso de la Grapadora automática Poly Clip FCA 3430 la diferencia es de 525,86 horas, debido a altos tiempos sugeridos en el plan de mantenimiento para las posiciones 0030 preventivo trimestral mecánico con 72 horas, 0040 preventivo trimestral electrónico con 48 horas, 0050 preventivo anual mecánico con 96 horas y la 0060 preventivo mensual electrónico con 72 horas sugeridas.

La diferencia total de los tiempos reportados con respecto a los sugeridos por los planes de mantenimiento es de 895,21 horas, lo que significa que se está desaprovechando el recurso de mano de obra, programando horas de actividades que pueden ser mucho menores.

### *Averías y modos de falla*

Dado el reporte de averías de la **Gráfica 9** se puede observar que los tres equipos más críticos en cantidad de averías fueron la Empacadora Power Pack NT GEA – GB 700 con 128 averías, la Grapadora Poly Clip FCA 120 con 82 averías y la Empacadora Power Pack NT 520 N°39 con 51 averías, representando el 56% de las averías totales presentadas en los 10 equipos. Estos equipos son considerados focos para mantenimiento no sólo por la cantidad de averías presentadas sino también por la importancia que tienen dentro del proceso de producción.

Es por esto que el análisis de modos de falla cobra importancia, ya que es posible identificar sistemas y partes con fallas recurrentes, como el caso de la Formadora de salchichas VEMAG LPG 218 con 16 averías por cadena de transportador fracturada, la Empacadora Power Pack 660 N°5 con 10 averías por plancha de sellado sin vacío, la Empacadora Power Pack NT 520 N°39 con 4 averías por plancha de sellado sin vacío y 7 averías asociadas a desajustes en las cuchillas

transversales, la Empacadora Power Pack NT GEA - GB 700 con 14 averías por plancha de sellado sin vacío y 12 averías por troquel desafilado.

## 8. Recomendaciones

Basado en el análisis planteado en el apartado anterior se recomienda implementar un sistema de gestión que ayude a fortalecer el liderazgo en el equipo que permita trazar una visión clara que conlleve a un mejoramiento en la coordinación de las actividades. Revisar cada uno de los planes de mantenimiento de los equipos presentados, priorizando los aquellos que por medio de este análisis mostraron mayores indicadores de criticidad, así como variaciones considerables en los reportes de tiempos, de tal forma que se ajuste el tiempo sugerido a lo que demanda la actividad de mantenimiento.

Por otra parte, se sugiere capacitar al personal de mantenimiento para que puedan implementar herramientas de análisis que les permitan identificar los modos de falla de los equipos para que sus planes de mantenimiento estén enfocados en el contexto operacional de cada uno de ellos y que no se haga de manera genérica sin tener en cuenta cuáles son las capacidades técnicas.

Finalmente, se recomienda evaluar los demás equipos de las líneas de producción, de tal forma que se asegure que tanto la información que ha sido documentada como los planes de mantenimiento que hoy en día están corriendo cumplan con los objetivos del plan operativo.

Finalmente, a continuación se exponen cada una de las recomendaciones para los 10 equipos analizados en el presente trabajo.

### ***FORMADORA TOWNSEND NL 17 SMART LINK***

Este equipo cuenta con nueve posiciones dentro de su hoja de ruta, donde dos ellas corresponden a las actividades electrónicas y de instrumentación; estas especialidades tienen frecuencias trimestrales únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que el 66.7% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual

se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la FORMADORA TOWNSEND NL 17 SMART LINK se encuentra dentro del 70,9% rayando en el horizonte de cumplimiento analizado en el presente trabajo; donde la operación 0020 de la hoja de ruta se encuentra con un cumplimiento del 42,5%, por lo que se recomienda que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 41,61% y el 85,78% por lo que se recomienda revisar todos los tiempos de ejecución de los técnicos de tal manera que se lleve a una planeación más verás de los tiempos necesarios a programar. Se deja en recomendación realizar los ajustes correspondientes a los tiempos de ejecución de las posiciones 0010, 0040, 0050, 0060 y 0070 de tal manera que el coeficiente de variación de los tiempos reportados sea al menos de un 15%, esto para garantizar que el tiempo que se programa para la ejecución de las actividades de mantenimiento corresponde a lo requerido por los técnicos.

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la FORMADORA TOWNSEND NL 17 SMART LINK no fue catalogada como crítico, por lo que se le dará prioridad a otros equipos.

### ***FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG238***

Este equipo cuenta con ocho posiciones dentro de su hoja de ruta, donde dos ellas corresponden a las actividades electrónicas; esta especialidad tiene frecuencias anuales y semestrales únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta. Por otra parte, no existen actividades instrumentistas, por lo que se recomienda que se evalúen actividades de dicha especialidad y estas sean incluidas dentro de la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que el 62.5% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la

transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG238 se encuentra dentro del 71,9% rayando en el horizonte de cumplimiento analizado en el presente trabajo; donde la operación 0040 de la hoja de ruta se encuentra con un cumplimiento del 61.5%, por lo que se recomienda que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 0% y un 51.63% donde la posición 0050 tiene programadas 2 horas de ejecución y es posible disminuir este tiempo a una sola hora; para las demás posiciones se recomienda revisar todos los tiempos de ejecución de los técnicos de tal manera que se lleve a una planeación más verás de los tiempos necesarios a programar. Se deja en recomendación realizar los ajustes correspondientes a los tiempos de ejecución de las posiciones 0020, 0060 y 0080 de tal manera que el coeficiente de variación de los tiempos reportados sea al menos de un 15%, esto para garantizar que el tiempo que se programa para la ejecución de las actividades de mantenimiento corresponde a lo requerido por los técnicos.

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG238 no fue catalogada como crítico, por lo que se le dará prioridad a otros equipos.

### ***FORMADORA TOWNSEND NLI7 N°1***

Este equipo cuenta con diez posiciones dentro de su hoja de ruta, donde dos ellas corresponden a las actividades electrónicas e instrumentistas; estas especialidades tienen frecuencias trimestrales únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que solo un 30% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la FORMADORA TOWNSEND NL17 N°1 se encuentra dentro del 65.8%, lo cual indica que está por debajo de lo analizado en el presente trabajo; para este caso sólo las posiciones 0030 y 0090 cuentan con un cumplimiento superior al 70%, todas las demás posiciones tienen cumplimientos entre un 50% y un 68,8% por lo que se recomienda reevaluar dichas actividades de mantenimiento y sus frecuencias dentro de la hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre un 15.75% y un 127,1% donde la posición 0060 es la única con un coeficiente de variación dentro de lo recomendado; para las demás posiciones se recomienda revisar todos los tiempos de ejecución de los técnicos de tal manera que se lleve a una planeación más verás de los tiempos necesarios a programar. Se deja en recomendación realizar los ajustes correspondientes a los tiempos de ejecución de las posiciones 0010, 0040, 0050 y la 0070 de tal manera que el coeficiente de variación de los tiempos reportados sea al menos de un 15%, esto para garantizar que el tiempo que se programa para la ejecución de las actividades de mantenimiento corresponde a lo requerido por los técnicos.

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la FORMADORA TOWNSEND NL17 N°1 no fue catalogada como crítico, por lo que se les dará prioridad a otros equipos.

### ***FORMADORA TOWNSEND NL17 N°2***

Este equipo cuenta con nueve posiciones dentro de su hoja de ruta, donde una de ellas corresponde a las actividades electrónicas; esta especialidad tiene frecuencia trimestral únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan

identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta. Este equipo cuenta con dieciocho posiciones dentro de su hoja de ruta, donde dos ellas corresponden a las actividades electrónicas; esta especialidad tiene frecuencias anuales y semestrales únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que solo el 11.1% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

Este plan tiene asociados repuestos y/o servicios dentro de su plan de mantenimiento por \$31.495.862 y al revisar cuáles eran los movimientos de mercancías que tuvo desde 1 de enero de 2024 al 31 de diciembre de 2024 solo se tenían \$1.466.753 lo que indica que los repuestos no corresponden a las frecuencias y/o actividades de la hoja de ruta, por lo que se recomienda reevaluar estos materiales, para que en caso de que sea necesario se pueda retirar del plan de mantenimiento y en su lugar sean agregados los insumos correspondientes a este equipo.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la EMPACADORA POWERPACK 660 N°5 se encuentra dentro del 81% lo cual indica que está dentro del horizonte esperado en el análisis del presente trabajo; de igual forma se recomienda revisar las posiciones 0080, 0090, 00110 y 00120, para que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 23,05% y un 109.99%, donde se recomienda revisar las operaciones 0040, 0060, 0070, 0080 y 0090, donde esta última tiene una demanda de 16 horas mecánicas y el promedio de las horas reportadas es de 4.5, lo que puede conllevar a una disminución en la programación de este equipo. Este plan de mantenimiento fue modificado recientemente, por lo que se recomienda esperar al menos un año y volver a analizar el comportamiento de los tiempos reportados por los técnicos para saber si estos deben ser ajustados o corresponden a la necesidad del equipo

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la EMPACADORA POWERPACK 660 N°5 fue posible determinar que 10 averías presentadas en este equipo se debieron a la falta de vacío en las planchas de sellado, por lo que se recomienda llevar este sistema a la hoja de ruta del plan de mantenimiento, evaluando cuál sería la frecuencia de las actividades que permita evitar que este suceda siga presentándose.

Por otra parte, se encontró que solo un 33.3% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la FORMADORA TOWNSEND NL17 N°2 se encuentra dentro del 57.7%, lo cual indica que está por debajo de lo analizado en el presente trabajo; para este caso sólo las posiciones 0010, 0030, 0040 y 0090 cuentan con un cumplimiento superior al 70%, todas las demás posiciones tienen cumplimientos entre un 33,3% y un 70% por lo que se recomienda reevaluar dichas actividades de mantenimiento y sus frecuencias dentro de la hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre un 34,7% y un 45,65%. Este plan de mantenimiento fue modificado reciente mente, por lo que se recomienda esperar al menos un año y volver a analizar el comportamiento de los tiempos reportados por los técnicos para saber si estos deben ser ajustados o corresponden a la necesidad del equipo

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la FORMADORA TOWNSEND NL17 N°2 no fue catalogada como crítico, por lo que se les dará prioridad a otros equipos.

### ***FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG218***

Este equipo cuenta con ocho posiciones dentro de su hoja de ruta, donde dos ellas corresponden a las actividades electrónicas; esta especialidad tiene frecuencias anuales y

---

semestrales únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta. Por otra parte, no existen actividades instrumentistas, por lo que se recomienda que se evalúen actividades de dicha especialidad y estas sean incluidas dentro de la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que el 62.5% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG218 se encuentra dentro del 61,2% lo cual indica que está por debajo de lo analizado en el presente trabajo; ninguna de las posiciones cuenta con un cumplimiento superior al 70%, por lo que se recomienda que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 17,32% y un 59,62% donde las posiciones 0040 y 0050 tienen programadas 4 horas de ejecución y es posible disminuir este tiempo a 1.5 horas; para las demás posiciones se recomienda revisar todos los tiempos de ejecución de los técnicos de tal manera que se lleve a una planeación más verás de los tiempos necesarios a programar.

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la FORMADORA SALCHICHAS VEMAG LPG218 fue posible determinar que 16 averías presentadas en este equipo se debieron a la fractura de la cadena del transportador y dos de ellas a la fractura del gancho del transportador, por lo que se recomienda llevar este sistema a la hoja de ruta del plan de mantenimiento, evaluando cuál sería la frecuencia de las actividades que permita evitar que este suceda siga presentándose.

***EMPACADORA POWERPACK 660 N°5***

Este equipo cuenta con dieciocho posiciones dentro de su hoja de ruta, donde dos ellas corresponden a las actividades electrónicas; esta especialidad tiene frecuencias anuales y semestrales únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que solo el 11.1% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

Este plan tiene asociados repuestos y/o servicios dentro de su plan de mantenimiento por \$31.495.862 y al revisar cuáles eran los movimientos de mercancías que tuvo desde 1 de enero de 2024 al 31 de diciembre de 2024 solo se tenían \$1.466.753 lo que indica que los repuestos no corresponden a las frecuencias y/o actividades de la hoja de ruta, por lo que se recomienda reevaluar estos materiales, para que en caso de que sea necesario se pueda retirar del plan de mantenimiento y en su lugar sean agregados los insumos correspondientes a este equipo.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la EMPACADORA POWERPACK 660 N°5 se encuentra dentro del 81% lo cual indica que está dentro del horizonte esperado en el análisis del presente trabajo; de igual forma se recomienda revisar las posiciones 0080, 0090, 00110 y 00120, para que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 23,05% y un 109.99%, donde se recomienda revisar las operaciones 0040, 0060, 0070, 0080 y 0090, donde esta última tiene una demanda de 16 horas mecánicas y el promedio de las horas reportadas es de 4.5, lo que puede conllevar a una disminución en la programación de este equipo. Este plan de mantenimiento fue modificado recientemente, por lo que se recomienda esperar al menos un año y volver a analizar el comportamiento de los tiempos reportados por los técnicos para saber si estos deben ser ajustados o corresponden a la necesidad del equipo

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la EMPACADORA POWERPACK 660 N°5 fue posible determinar que 10 averías presentadas en este equipo se debieron a la falta de vacío en las planchas de sellado, por lo que se recomienda llevar este sistema a la hoja de ruta del plan de mantenimiento, evaluando cuál sería la frecuencia de las actividades que permita evitar que este suceda siga presentándose.

### ***EMPACADORA POWER PACK NT 520 N°39***

Este equipo cuenta con trece posiciones dentro de su hoja de ruta con especialidades mecánicas, eléctricas y electrónicas, pero, no existen actividades instrumentistas, por lo que se recomienda que se evalúen actividades de dicha especialidad y estas sean incluidas dentro de la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que solo el 7.7% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la EMPACADORA POWER PACK NT 520 N°39 se encuentra dentro del 70% lo cual indica que raya con el horizonte esperado en el análisis del presente trabajo, donde solo las posiciones 0020, 0030, 0040, 0080 y 0090 tienen un cumplimiento superior al 70%, por lo que se recomienda revisar las demás posiciones de tal manera que se analice la necesidad de ejecución de estas operaciones dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 17.64% y un 86.65%, donde se recomienda revisar las operaciones 0020, 0060, 0070, 0080, 00100 y 00110 de tal manera que el coeficiente de variación de los tiempos reportados sea al menos de un 15%, esto para garantizar que el tiempo que se programa para la ejecución de las actividades de mantenimiento corresponde a lo requerido por los técnicos.

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la EMPACADORA POWER PACK NT 520 N°39 fue posible determinar que 4 averías presentadas en este equipo se debieron a la falta de vacío en las planchas de sellado, 4 por cuchilla transversal desajustada y 3 por cuchilla transversal desajustada, por lo que se recomienda llevar este sistema a la hoja de ruta del plan de mantenimiento, evaluando cuál sería la frecuencia de las actividades que permita evitar que este suceda siga presentándose.

### ***EMPACADORA POWERPACK NT GEA -GB 700***

Este equipo cuenta con tres hojas de ruta que en total suma veintisiete posiciones de mantenimiento, donde una de ellas corresponde a las actividades electrónicas; esta especialidad tiene frecuencia trimestral únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta. Así mismo, se recomienda revisar las posiciones referentes a la especialidad mecánica y eléctrica, ya que en varias de sus posiciones se repiten actividades de diferentes sistemas, pero con la misma frecuencia; por lo tanto, es posible que algunas de esas posiciones puedan ser vinculadas a una sola posición y así evitar que se genere más de una posición en la orden de mantenimiento con la misma frecuencia.

Por otra parte, se encontró que el 66.7% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

Este plan tiene asociados repuestos y/o servicios dentro de su plan de mantenimiento por \$950.096.773 y al revisar cuáles eran los movimientos de mercancías que tuvo desde 1 de enero de 2024 al 31 de diciembre de 2024 solo se tenían \$65.058.514 lo que indica que los repuestos no corresponden a las frecuencias y/o actividades de la hoja de ruta. Para este caso se tienen asociados 4 troqueles, cada uno por un valor de \$211.993.554 donde se recomienda el cambio anual de cada uno de ellos, pero, dicho cambio no se realiza para ninguno de los troqueles sino que, se realiza un servicio externo para la reparación y afilado de dichos troqueles; por lo que se recomienda reevaluar estos materiales, para que en caso de que sea necesario se pueda retirar del plan de mantenimiento y en su lugar sean agregados los insumos correspondientes a este equipo.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la EMPACADORA POWERPACK NT GEA -GB 700 se encuentra dentro del 72.5% lo cual indica que está dentro del horizonte esperado en el análisis del presente trabajo; de igual forma se recomienda revisar las posiciones 0030, 0080, 0090, 0110, para que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 0% y un 107.32%, donde la operación 0010 es la única que corresponde en el tiempo sugerido por el plan de mantenimiento y lo reportado por los técnicos. De las demás operaciones se recomienda revisar la 0050, 0060, 0070, 0100, 0110, 0120 y 0130, de tal manera que el coeficiente de variación de los tiempos reportados sea al menos de un 15%, esto para garantizar que el tiempo que se programa para la ejecución de las actividades de mantenimiento corresponde a lo requerido por los técnicos.

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la EMPACADORA POWERPACK NT GEA -GB 700 se terminó que es un equipo foco, por lo que se recomienda darle prioridad en cualquiera de las modificaciones que por medio de este análisis conlleven a evitar la recurrencia de las averías. Dado el análisis fue posible determinar que 14 averías presentadas en este equipo se debieron a la falta de vacío en las planchas de sellado, 12 averías por troquel desafilado, 7 averías por empaque de anteojito fracturado, 5 averías por troquel desajustado y 4 averías por contorno de sellado deficiente, por lo que se recomienda llevar estos sistemas a la hoja de ruta del plan de mantenimiento, evaluando cuál sería la frecuencia de las actividades que permita evitar que este suceso siga presentándose.

### ***GRAPADORA AUTOMATICA POLY CLIP FCA 120***

Este equipo cuenta con ocho posiciones dentro de su hoja de ruta, donde dos ellas corresponden a las actividades mecánicas y eléctricas, pero no cuenta con ninguna actividad de mantenimiento electrónica e instrumentista, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en la hoja de ruta.

Por otra parte, se encontró que ninguna de sus actividades de mantenimiento se encontraba estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la

transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la GRAPADORA AUTOMATICA POLY CLIP FCA 120 se encuentra dentro del 60%, lo que indica que está por debajo de lo esperado dentro de este análisis. Las operaciones 0010, 0050, 0070 y 0090 de la hoja de ruta se encuentran con un cumplimiento por debajo del 60% , por lo que se recomienda que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento incluidas en esta hoja de ruta.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre un 18,84% y un 84,85%. Este plan de mantenimiento fue modificado reciente mente, por lo que se recomienda esperar al menos un año y volver a analizar el comportamiento de los tiempos reportados por los técnicos para saber si estos deben ser ajustados o corresponden a la necesidad del equipo

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la GRAPADORA AUTOMATICA POLY CLIP FCA 120 permitió catalogar este equipo como crítico, del cual se determinaron modos de falla asociados a 3 averías por cuchilla desajustada, 3 averías por sistema de corte desajustado, 2 averías por tornillo de polea fracturado, 2 averías por tenedor de ganchos fracturado, 2 averías por pantalla bloqueada, 2 averías gancho fracturado y 2 averías por banda de salida frenada por lo que se recomienda llevar estos sistemas a la hoja de ruta del plan de mantenimiento, evaluando cuál sería la frecuencia de las actividades que permita evitar que este suceda siga presentándose.

### ***GRAPADORA POLYCLIP FCA 3430***

Este equipo cuenta con siete posiciones dentro de su hoja de ruta, donde una de ellas corresponde a las actividades eléctricas; esta especialidad tiene frecuencia mensual únicamente, por lo que se recomienda analizar este plan de mantenimiento de tal manera que se puedan identificar nuevas actividades de mantenimiento que puedan ser incluidas con otras frecuencias en

la hoja de ruta. Por otra parte, no cuenta con ninguna posición de especialidad instrumentista, por lo que se recomienda analizar e incluir actividades de esta especialidad.

Por otra parte, se encontró que el 6.7% de las actividades de mantenimiento se encontraban estandarizadas, por lo que se recomienda llevar este plan de mantenimiento a que todas sus posiciones se encuentren estandarizadas; la estandarización de las actividades puede facilitar la transferencia de conocimientos a los futuros técnicos que lleguen a hacer parte del equipo de mantenimiento, ya que es una necesidad evidenciada dentro de esta evaluación.

El plan de mantenimiento asociado a este equipo no tiene ningún repuesto, herramienta, y/o servicio asociado, por lo cual no fue posible calcular los costos asociados a dicho plan, por lo cual se recomienda realizar la vinculación de los repuestos usados en cada una de las actividades de tal manera que se facilite la elaboración de la planeación operativa de los próximos años.

El cumplimiento del plan de mantenimiento de la GRAPADORA POLYCLIP FCA 3430 se encuentra dentro del 63,2% lo que indica que está por debajo de lo esperado dentro de este análisis; donde la operación 0030 de la hoja de ruta se encuentra con un cumplimiento del 42,9%, por lo que se recomienda que se analice la necesidad de ejecución de esta operación dentro del plan de mantenimiento, de igual manera se recomienda realizar un análisis de todas las posiciones de la hoja de ruta reevaluando tanto su frecuencia como las actividades de mantenimiento.

Los tiempos asociados a la ejecución de las actividades de mantenimiento cuentan con un coeficiente de variación entre el 55.06% y un 147.67% por lo que se recomienda revisar todos los tiempos de ejecución de los técnicos de tal manera que se lleve a una planeación más verás de los tiempos necesarios a programar. Se deja en recomendación realizar los ajustes correspondientes a los tiempos de ejecución de las posiciones 0030 que tiene un tiempo sugerido de 72 horas y el promedio de las reportadas es de 2.54 horas, la 0040 con un tiempo sugerido de 48 horas y el promedio del tiempo reportado es de 2.7 horas y la 0060 con un tiempo sugerido de 72 horas y el promedio de lo reportado es de 0.5 horas. El coeficiente de variación de los tiempos reportados debe ser al menos de un 15%, esto para garantizar que el tiempo que se programa para la ejecución de las actividades de mantenimiento corresponde a lo requerido por los técnicos.

Finalmente, dado el reporte de averías y modos de falla analizados para la FORMADORA TOWNSEND NL 17 SMART LINK no fue catalogada como crítico, por lo que se le dará prioridad a otros equipos.



## 9. Referencias

Planeación de mantenimiento (Segunda edición). (2023). Juan Carlos Orrego Barrera.

ISO. (2014). Gestión de activos. Aspectos generales, principios y terminología (ISO 55000:2014). Ginebra: Organización Internacional de Normalización.

ISO. (1999). Gestión de la confiabilidad y disponibilidad. Procedimiento para el análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) (ISO 14224:1999). Ginebra: Organización Internacional de Normalización

## **10. Anexos**

Anexo 1: Análisis de planeación planta Medellín.

# EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES EN LA EMPRESA DE INDUSTRIA DE ALIMENTOS ZENÚ S.A.S.



**PRACTICANTE:** Adriana Marcela Patiño Dueñas

**PROGRAMA:** Ingeniería mecánica

**ASESORES:** Sebastian López Gómez, José Andrés Marín.

Semestre de la práctica: 2025-1

En la Industria de alimentos Zenú S.A.S. existe una clara necesidad en la falta de planeación de la gestión del mantenimiento. Se evaluó el proceso actual de los diez equipos principales de las distintas líneas de producción por medio de los reportes históricos de averías, cumplimiento del plan de mantenimiento y tiempos reportados por los técnicos.

Con base en este análisis, se desarrollarán estrategias de mejora que permitan la implementación de un plan de mantenimiento más eficiente y efectivo, asegurando la continuidad operativa de la planta y el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad exigidos por la industria alimentaria.



## Introducción

Se realizó la inspección técnica de los planes de mantenimiento de los diez equipos, así como la proyección de actividades del 01/01/2022 al 31/12/2024 para evaluar el cumplimiento de estas, así como los tiempos reportados en estas actividades con respecto a los sugeridos por el plan de mantenimiento. También se revisó el reporte de averías del 01/01/2022 al 31/08/2024 donde de 565 avisos solo se pudieron analizar 279.

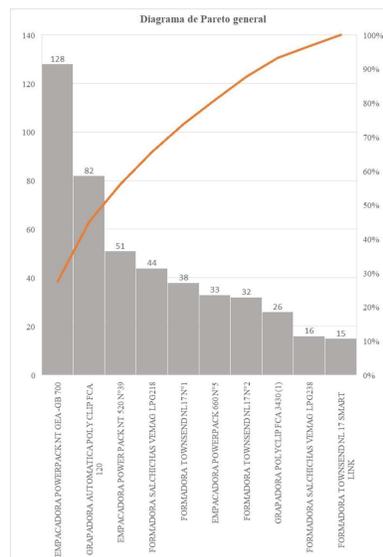
FORMATO DE INSPECCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO									
EQUIPO	N.R.	STATUS SISTEMA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EQUIPO						
S.P.	P.M.	UBICACIÓN TÉCNICA							
CODIGO SAP	ACTIVO FIJO								
			CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE EQUIPO						
OP. (QUÉ SE HACE)	SISTEMA/PART.	CÓMO SE HACE (ACTIVIDAD)	MANO DE OBRA	REPUESTO	HERRAMIENTAS	PERIODO	TECNICO/FRECUENCIA	CANTIDAD	UNIDAD DE COSTO
			NO	NO	NO	NO	NO		

## Metodología

Realizar la evaluación del proceso de planeación y programación de las actividades preventivas a través de un análisis de los procesos de mantenimiento actuales, incluyendo la revisión de registros históricos de mantenimiento, entrevistas con el personal clave, y la evaluación de los recursos materiales y humanos disponibles.

## Resultados

Se encontraron dos equipos críticos debido a su comportamiento de averías y modos de falla, así como actividades que en tendencia no se habían realizado, los tiempos elevados sugeridos por el plan de mantenimiento, la no estandarización de actividades y los costos asociados por equipo.



## Objetivos

- Realizar por medio de una encuesta el sondeo del estado actual del proceso de planeación y programación de las actividades establecidas en los planes de mantenimiento a las personas que componen actualmente el equipo de mantenimiento y producción de la planta Medellín.
- Realizar la revisión en campo del proceso de planeación, programación y ejecución de las actividades establecidas dentro de los planes de mantenimiento preventivo
- Verificar cuál es la variación de los tiempos de trabajo establecidos en los planes de mantenimiento con los reportados por los técnicos al ejecutar las actividades preventivas.
- Analizar las averías presentadas en los distintos equipos de la planta para determinar sus modos de falla.
- Medir el backlog de las tareas, ordenes de trabajo y/o solicitudes de mantenimiento que interfieran en la disponibilidad de los equipos y los recursos de la planta

## Conclusiones

- Se catalogaron como equipos críticos la EMPACADORA POWERPACK NT GEA-GB 700 y la GRAPADORA AUTOMÁTICA POLY CLIP FCA 120 debido a sus averías y modos de falla
- No fue posible calcular el costo de ningún plan de mantenimiento debido a que no habían repuestos y/o servicios asociados.
- Sólo el 32% de los planes de mantenimiento estaban estandarizados
- El cumplimiento general del plan de mantenimiento fue de 65,42%
- El coeficiente de variación de los tiempos reportados de todos los equipos estaba por encima del 15%, por lo que se pueden hacer ajustes importantes.
- Se cuenta con el personal suficiente para cubrir el plan de mantenimiento de los diez equipos.