

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



**PLAN DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO
DE UN PROCESO DE EMBOTELLADO BASADO EN EL
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD**

Trabajo de Investigación para optar al Grado Académico de Bachiller en
Ingeniería Industrial

MADELEINE LILIANA HERRERA PACHO

Asesor:

José Javier Zavala Fernández

Perú

Mayo del 2020

EPÍGRAFE

“Cuando tengas que elegir entre dos caminos, pregúntate cuál de ellos tiene corazón. Quien elige el camino del corazón, no se equivoca nunca.”

Popol-Vuh



DEDICATORIA

A Dios, por darme sabiduría, inteligencia y fortaleza para alcanzar mis sueños.
A mi familia en especial a mi madre Lidia, quien es mi ejemplo para seguir, mi apoyo incondicional y la que me fortalece día a día.



AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de vivir esta gran experiencia universitaria a lo largo de mi carrera.

A mi asesor Dr. Ing. José Javier Zavala Fernández, por su apoyo y orientación durante la elaboración del presente trabajo.

A la empresa donde laboré por brindarme la oportunidad de acceder a la información necesaria para realizar este proyecto. Y a la Universidad Antonio Ruiz de Montoya por brindarme amplios conocimientos a través de sus buenos educandos.

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito contribuir al mejoramiento de la gestión de mantenimiento de una planta embotelladora de bebidas, mediante la aplicación del sistema RCM (Mantenimiento basado en confiabilidad); se realizó un análisis de criticidad de los 32 equipos que conforman la línea de producción denominada línea 3, obteniendo 7 equipos con mayor impacto operacional, de los cuales se realizó la taxonomía hasta nivel componente para consecutivamente realizar un análisis de criticidad de componentes y seguidamente un análisis de modos y efectos de fallas para la selección de tácticas y plasmarlos en procedimientos detallados para posteriormente ser ejecutados en el nuevo modelo de planeación de mantenimiento y control del trabajo. Los resultados evidencian una mayor eficiencia en la línea de producción lo que evita pérdidas económicas importantes a la empresa. Por lo tanto se concluye una influencia positiva en el desarrollo de la nueva gestión de mantenimiento fundamentado en el análisis de confiabilidad.

Palabras Clave: Confiabilidad, criticidad, taxonomía.

ABSTRACT

The purpose of this study is to contribute to the improvement of the maintenance management of a beverage bottling plant, through the application of the RCM system (Maintenance based on reliability); A criticality analysis of the 33 teams that make up the production line called Line 3 was performed, obtaining 7 teams with the greatest operational impact, of which the taxonomy was carried out up to component level to consecutively carry out a criticality analysis of components and then a Failure modes and effects analysis for the selection of tactics and translate them into detailed procedures to be subsequently executed in the new maintenance planning and work control model. The results show a greater efficiency in the production line, which avoids significant economic losses to the company. Therefore, a positive influence on the development of the new maintenance management based on the reliability analysis is concluded.

Keywords: Reliability, criticality, taxonomy.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO Y ANTECEDENTES	18
1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2. Pregunta de Investigación.....	19
1.3. Objetivos de la investigación.....	19
1.3.1. Objetivo general.....	19
1.3.2. Objetivos específicos.	19
1.4. Justificación de la investigación.....	20
1.4.1. Tecnológica.....	20
1.4.2. Económica.....	20
1.4.3. Social.....	20
1.4.4. Ambiental.....	20
1.5. Antecedentes.....	21
1.5.1. Antecedentes Nacionales	21
1.5.2. Antecedentes Internacionales.....	23
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	25
2.1. Definición de mantenimiento.....	25
2.2. Tipos de mantenimiento.....	25
2.2.1. Mantenimiento predictivo o a condición.....	25

2.2.2.	El mantenimiento preventivo.....	26
2.2.3.	El mantenimiento correctivo o por falla.....	26
2.3.	Objetivo del mantenimiento.....	26
2.4.	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).....	26
2.4.1.	Definición de RCM.....	26
2.4.2.	Como Aplicar RCM en la Industria.....	27
2.4.3.	Gestión del mantenimiento a través del RCM.....	31
2.5.	Indicadores de mantenimiento.....	33
2.6.	Beneficios de la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad.....	33
2.7.	Análisis de criticidad.....	34
2.7.1.	Definición de análisis de criticidad.....	34
2.7.2.	Pasos del análisis de criticidad.....	35
2.8.	Importancia de la gestión de activos.....	42
2.9.	Herramientas para el análisis de problemas.....	42
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....		44
3.1.	Reseña histórica de la empresa.....	44
3.2.	Situación actual.....	45
3.3.	Perfil organizacional y principios empresariales.....	46
3.4.	Valores presentes en la empresa.....	47
3.5.	Descripción del proceso de embotellado.....	48
3.5.1.	Proceso productivo de la Bebida Gasificada.....	48
3.5.2.	Descripción del Proceso de la línea COMBI.....	50
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....		56
4.1.	Descripción del área de mantenimiento.....	56
4.2.	Descripción de la gestión actual de mantenimiento.....	58
4.2.1.	Fase 1. Identificación de trabajo.....	58

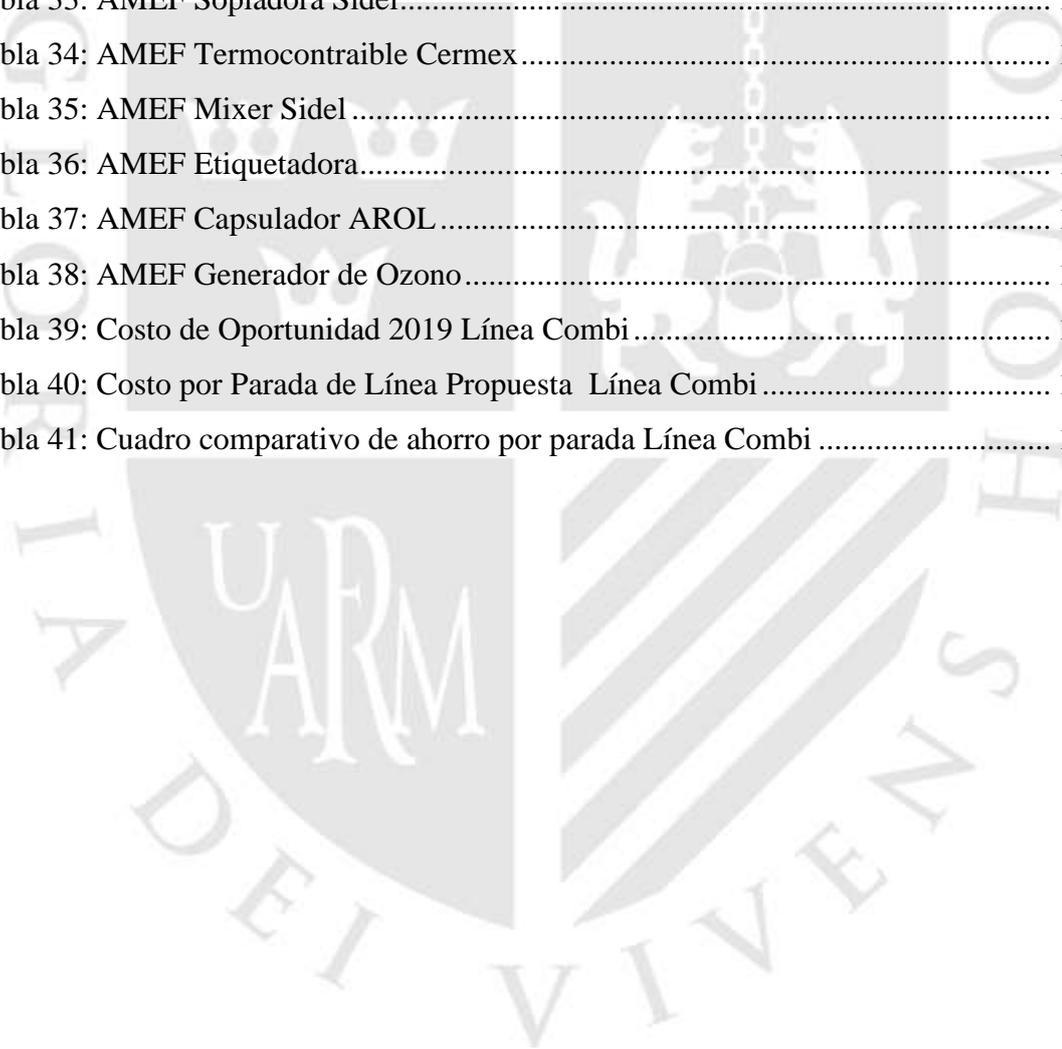
4.2.2.	Fase 2. Planificación	59
4.2.3.	Fase 3. Programación	59
4.2.4.	Fase 4. Asignación diaria	59
4.2.5.	Fase 5. Ejecución	60
4.2.6.	Fase 6. Verificación de ejecución	60
4.2.7.	Fase 7. Captura y cierre.....	60
4.3.	Evaluación de la gestión actual del mantenimiento.....	61
4.4.	Diagnóstico de la Evaluación	62
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA		66
5.1.	Determinación de los equipos que conforman la línea Combi.....	66
5.2.	Análisis de criticidad de los equipos.....	67
5.2.1.	Severidad operacional	68
5.2.2.	Severidad de seguridad	68
5.2.3.	Severidad ambiental	69
5.2.4.	Confiabilidad y diseño	70
5.2.5.	Mantenibilidad	71
5.2.6.	Frecuencia de fallas.....	72
5.2.7.	Repuestos y tiempos de entrega	73
5.2.8.	Severidad en calidad	74
5.3.	Desarrollo de la taxonomía de los equipos determinados como críticos.....	80
5.3.1.	Desarrollo de taxonomía Llenadora Sidel.....	80
5.3.2.	Desarrollo de taxonomía Sopladora Sidel.....	82
5.3.3.	Desarrollo de taxonomía Etiquetadora Sidel.....	86
5.3.4.	Desarrollo de taxonomía Empacador Cermex	88
5.3.5.	Desarrollo de taxonomía Mixer Proporcionador Sidel	90
5.3.6.	Desarrollo de taxonomía Generador de Ozono Pacific.....	92
5.3.7.	Desarrollo de taxonomía Capsulador AROL.....	93

5.4.	Determinación del nivel de criticidad de los componentes de cada equipo.	94
5.4.1.	Desarrollo de Criticidad Llenadora Sidel.....	94
5.4.2.	Desarrollo de Criticidad Sopladora Sidel.....	99
5.4.3.	Desarrollo de Criticidad Termocontraible Cermex.....	107
5.4.4.	Desarrollo de Criticidad Mixer Sidel	112
5.4.5.	Desarrollo de Criticidad Capsulador.....	117
5.4.6.	Desarrollo de Criticidad Generador de Ozono Pacific.....	118
5.4.7.	Desarrollo de Criticidad Etiquetadora Sidel	120
5.5.	Desarrollo del AMEF (ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS)	125
5.5.1.	Desarrollo de AMEF Llenadora Sidel.....	125
5.5.2.	Desarrollo de AMEF Sopladora Sidel.....	135
5.5.3.	Desarrollo de AMEF Termocontraible Cermex.....	141
5.5.4.	Desarrollo de AMEF Mixer Sidel	145
5.5.5.	Desarrollo de AMEF Etiquetadora.....	156
5.5.6.	Desarrollo de AMEF Capsulador AROL.....	165
5.5.7.	Desarrollo de AMEF Generador de Ozono.....	168
5.6.	Propuesta del Nuevo Modelo de Planeación de Mantenimiento y Control del Trabajo.....	171
5.6.1.	Planeación y Control de Trabajo.....	171
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA.....		193
CONCLUSIONES		196
RECOMENDACIONES.....		198
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		199

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Criterios para estimar la frecuencia	36
Tabla 2: Criterios de la tabla Categoría de los Impactos.	38
Tabla 3: Diagnóstico de deficientes.....	62
Tabla 4: Severidad Operacional.....	68
Tabla 5: Riesgo Potencial de Lesiones Personales	68
Tabla 6: Riesgo Potencial de Fuego o Explosión.	69
Tabla 7: Riesgo de Seguridad durante la Ejecución de una Tarea de Mantenimiento ...	69
Tabla 8: Emisiones al Ambiente.....	70
Tabla 9: Derrames Químicos	70
Tabla 10: Confiabilidad y diseño.....	71
Tabla 11: Mantenibilidad.....	72
Tabla 12: Frecuencia de Fallas	72
Tabla 13: Repuestos y tiempos de entrega.....	73
Tabla 14: Efecto en el Cliente.....	74
Tabla 15: Efecto en el Proceso de Elaboración del Producto	75
Tabla 16: Análisis de criticidad de activos de la línea Combi.....	78
Tabla 17: Análisis de Criticidad	79
Tabla 18: Taxonomía Llenadora Sidel.....	80
Tabla 19: Taxonomía Sopladora Sidel.....	82
Tabla 20: Taxonomía Etiquetadora Sidel	86
Tabla 21: Taxonomía Empacador Cermex	88
Tabla 22: Taxonomía Mixer Sidel.....	90
Tabla 23: Taxonomía Generador de Ozono Pacific.....	92
Tabla 24: Taxonomía Capsulador AROL.....	93
Tabla 25: Criticidad Llenadora Sidel.....	94

Tabla 26: Criticidad Sopladora Sidel.....	99
Tabla 27: Criticidad Termocontraible Cermex.....	107
Tabla 28: Criticidad Mixer Sidel.....	112
Tabla 29: Criticidad Capsulador.....	117
Tabla 30: Criticidad Generador de Ozono Pacific.....	118
Tabla 31: Criticidad Etiquetadora Sidel.....	120
Tabla 32: AMEF Llenadora Sidel.....	125
Tabla 33: AMEF Sopladora Sidel.....	135
Tabla 34: AMEF Termocontraible Cermex.....	141
Tabla 35: AMEF Mixer Sidel.....	145
Tabla 36: AMEF Etiquetadora.....	156
Tabla 37: AMEF Capsulador AROL.....	165
Tabla 38: AMEF Generador de Ozono.....	168
Tabla 39: Costo de Oportunidad 2019 Línea Combi.....	194
Tabla 40: Costo por Parada de Línea Propuesta Línea Combi.....	194
Tabla 41: Cuadro comparativo de ahorro por parada Línea Combi.....	195



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plan de Mantenimiento Convencional	32
Figura 2: Plan de Mantenimiento basado en RCM.....	32
Figura 3: Niveles de análisis para evaluar criticidad.....	35
Figura 4: Niveles de análisis para evaluar criticidad.....	36
Figura 5: Matriz de criticidad	39
Figura 6: Matriz de criticidad	45
Figura 7: Portafolio de Marcas	47
Figura 8: Diagrama de proceso operativo línea de embotellado Combi.....	50
Figura 9: Máquina Mixer Sidel.....	51
Figura 10: Máquina Sopladora Sidel.....	52
Figura 11: Máquina Llenadora SIDEL.....	52
Figura 12: Máquina Capsuladora.....	53
Figura 13: Máquina Inspector Electrónico de Botellas.....	53
Figura 14: Máquina Codificadora de Botellas.....	54
Figura 15: Máquina Empaquetadora Cermex.....	54
Figura 16: Máquina Paletizadora Robot Fanuc.....	55
Figura 17: Máquina Paletizadora ROBOPAC.....	55
Figura 18: Organigrama del área de mantenimiento	58
Figura 19: Planificación y Control de Trabajo	60
Figura 20: Modelo de Planeación y Control de Trabajo.....	171
Figura 21: Diagrama de flujo - identificación de trabajo.....	173
Figura 22: Priorización y Categorización	174
Figura 23: Priorización de requerimientos de mantenimiento actual	174
Figura 24: Priorización de requerimientos de mantenimiento propuesto	175
Figura 25: Categorización de Actividades de Mantenimiento.....	175
Figura 26: Esquema de configuración en SAP	176

Figura 27: Diagrama de flujo – Priorización y Categorización.....	178
Figura 28: Diagrama de flujo – Planificación.....	181
Figura 29: Diagrama de flujo – Asignación Diaria.....	185
Figura 30: Diagrama de flujo – Ejecución.....	187
Figura 31: Diagrama de flujo – Retroalimentación del técnico.....	189
Figura 32: Diagrama de flujo – Análisis de Retroalimentación.	191
Figura 33: Diagrama de flujo – Captura y cierre.....	192



INTRODUCCIÓN

En la actualidad el nivel de competencia en la industria de bebidas gasificadas es alta, lo que ha impulsado a la empresa en mención a realizar una minuciosa planeación y control del proceso de producción, centrándose en su gestión de activos, ya que al no ser controlados con eficiencia originaria problemas en la gestión de la producción desencadenando paradas en el proceso de producción que generen pérdidas importantes a la empresa ocasionadas por el incumplimiento de los volúmenes de producción, lo que impida la atención oportuna del pedido de los clientes repercutiendo ello a su vez en las utilidades de la empresa así como su posicionamiento en el mercado.

Es por ello que la gestión de mantenimiento ha tomado de mayor relevancia el manejo eficiente de la gestión de activos basado en RCM.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO Y ANTECEDENTES

1.1. Planteamiento del problema

En la ciudad de Arequipa se encuentra ubicada la planta embotelladora la cual será motivo de estudio e implantación de mejora. Durante 10 años la empresa viene realizando cambios continuos en la organización y la infraestructura, entrando a la vanguardia con la instalación de equipos de última tecnología en sus líneas de producción.

La empresa cuenta con cinco líneas de producción, dentro de las cuales la línea denominada Combi es a la que se atribuye el presente proyecto de mejora. La línea Combi elabora productos en su presentación de plástico no retornable en los tamaños de envase de 300 ml, 500 ml y 625 ml.

La línea Combi en la actualidad no logra mantener la eficiencia y productividad requerida, esto generado por la continuas paradas imprevistas de los equipos, falta de un programa de capacitación a técnicos y operadores, el stock de los repuestos no son los adecuados, el personal operativo se encuentra desmotivado, se realizan cambios constantes de productos en sus diferentes envases, etc. En base a estas observaciones es necesario realizar este estudio para contribuir al mejoramiento operacional.

1.2. Pregunta de Investigación

¿Cómo mejorar la gestión de mantenimiento en el proceso productivo de la línea denominada Combi de la planta embotelladora en Arequipa?

1.3. Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo general.

Diseñar un plan de mejora de la gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos de la línea de producción denominada Combi de la planta embotelladora de Arequipa.

1.3.2. Objetivos específicos.

- ✓ Describir la problemática actual de la Gestión de Mantenimiento de los equipos de la línea Combi en la planta embotelladora de Arequipa.
- ✓ Determinar los equipos críticos que conforman la línea de producción Combi.
- ✓ Análisis de modo y efectos de falla a los distintos equipos determinados como críticos.
- ✓ Estructurar y definir las fases y pasos del nuevo plan de gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos de la línea Combi.
- ✓ Eliminación progresiva de paradas de equipos por mantenimientos correctivos mediante el nuevo plan de gestión de mantenimiento.

1.4. Justificación de la investigación.

La presente investigación es importante debido a que los resultados beneficiaran a los responsables y/o operadores de la gestión de mantenimiento de los equipos del proceso productivo de la línea Combi.

1.4.1. Tecnológica

La compañía contará con una adecuada gestión de mantenimiento de equipos bajo la evaluación de criticidad que permita evitar paradas imprevistas que genere retraso en la entrega del producto a los clientes.

1.4.2. Económica

La compañía reducirá sus costos, los cuales vienen siendo afectados por fallas continuas de los equipos.

1.4.3. Social

Al ejecutar el nuevo plan de gestión de mantenimiento los trabajadores se actualizarían con nuevas técnicas de mantenimiento, como también podrían desarrollarse en un campo laboral con mayor seguridad.

1.4.4. Ambiental

Al aplicar una adecuada gestión de mantenimiento, conllevaría a una mayor eficiencia de los equipos evitando fuga de aceites, lubricantes u otra sustancia química que traiga consigo la contaminación ambiental.

1.5. Antecedentes

1.5.1. Antecedentes Nacionales

Prando Machacuay, Nick Jimmy (2018) en la tesis titulada “APLICACIÓN DEL RCM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA INDUSTRIAS DEL PAPEL S.A, CHACLACAYO, 2018” sustentada en la Universidad César Vallejo. Presenta como problemática, múltiples paradas imprevistas a falta de una buena estructura de un programa de mantenimiento. Es por ello que se plantea la aplicación del análisis de confiabilidad para mejorar la gestión de mantenimiento, con el objetivo de aumentar la disponibilidad de la maquina papelera.

Cano Chávez, Rudy Gabriel (2014) en la tesis titulada “PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA LÍNEA PET DE BEBIDAS GASEOSAS” sustentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Presenta como problemática, la falta de confiabilidad de los equipos debido a que los planes de mantenimiento actuales no son los adecuados, por lo que no es posible tener un estimado de repuestos necesarios. Es por ello que plantea la aplicación de RCM para lograr el cumplimiento del 92.6% para la línea PET de bebidas gaseosas.

Carpio Mercado, María de los Ángeles (2018) en la tesis titulada “PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y RCM CON APLICACIÓN DEL SAP, AREQUIPA-2017” sustentada en la Universidad Católica de Santa María. El objetivo se basa en la

mejora de gestión de mantenimiento preventivo y RCM de máquinas y equipos en la empresa Komatsu Mining Corp en Arequipa, que permita evitar retrasos en las reparaciones y entrega de los componentes por falla de máquinas, paradas de imprevisto o inactividad y reducir los costos de servicio, para ello se aplica la metodología de mantenimiento preventivo y RCM utilizando como un sistema de apoyo el SAP para la planificación y programación de las actividades para la empresa Komatsu Mining Corp. en La Joya – Arequipa durante el año 2017.

Alfaro Solis, Rene (2016) en la tesis titulada “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) PARA PLANTA GOLOSINAS NESTLE PERU” sustentada en la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Presenta como problemática, la carencia de una buena organización de mantenimiento, no se tiene establecido un cronograma de actividades completo ni un sistema de diagnóstico que permita anticiparse a las fallas, además la aparición de fallas imprevistas con frecuencia en los equipos conlleva a un mantenimiento preventivo y correctivo el cual genera costos a la organización (paro de producción, retraso en la entrega de pedidos, costos altos de mantenimiento y horas laborales perdidas). Por este motivo se plantea la implementación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) para la planta de golosinas, la cual se desarrollara bajo los lineamientos de la norma para establecer cuáles son las principales falencias y fortalezas.

Layme Romero, Raúl Douglas (2014) en la tesis titulada “PROPUESTA DE MEJORA DEL PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL RCM EN LA LÍNEA DE EXTRUSIÓN 1” sustentada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Tiene como objetivo reducir la horas de paradas por mantenimiento

correctivos que actualmente representan una gran pérdida económica, que asciende hasta 9708120.00 nuevos soles. Es por ello que comprueba la importancia del modelo de mantenimiento dentro de la línea productiva pero siempre desde una perspectiva específica en busca de aplicar la metodología a equipos críticos.

1.5.2. Antecedentes Internacionales

Olivares Olivares, Angel Andrés (2017) en la tesis titulada “EXCELENCIA OPERACIONAL EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN PLANTA CONCENTRADORA” sustentada en la Universidad de Chile. Se realizó un diagnóstico actual de la gestión del mantenimiento al interior de la Gerencia de Plantas de la División El Teniente, identificando herramientas de gestión concretas que contribuyeron a mejorar los resultados de la Concentradora, focalizándose en coeficientes de marcha, costos e innovación con la implementación de nuevas tecnologías. Se disminuyó las horas de mantenimiento planificado en función de las horas por plan de producción la cual permite un aumento de ingresos de 35,7 mill US\$ para las plantas, SAG 1 y SAG 2. A su vez, el impacto de una mayor disponibilidad de esta última planta es de alrededor de 6,2 mill US\$.

Aros Pizarro Matías Nicolas (2017) en la tesis titulada “PROPUESTA DE MANTENIMIENTO A EQUIPO CRÍTICO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN N°2 DE COCA-COLA EMBONOR S.A, VIÑA DEL MAR” sustentada en la Universidad Técnica Federico Santa María. Se tiene como objetivo generar un plan de mantenimiento para la lavadora de botellas determinado como crítico por ser el activo con más fallos entre paradas de plantas con un promedio de 130

intervenciones, por ello se procedió a estudiar este equipo mediante un análisis de modos de fallas y efectos y criticidad. Se concluye que mediante las herramientas de mantenimiento centrado en la confiabilidad es posible realizar la mitigación de fallas.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Definición de mantenimiento.

El mantenimiento según Prando (1996) “comprende todas aquellas actividades necesarias para mantener los equipos e instalaciones en una condición particular o volverlos a dicha condición” (pág. 19)

2.2. Tipos de mantenimiento.

Entre los tipos de mantenimiento tenemos al mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo.

2.2.1. Mantenimiento predictivo o a condición.

“El mantenimiento predictivo, también conocido como mantenimiento según estado o según condición, surge como respuesta a la necesidad de reducir costes de los métodos tradicionales correctivo y preventivo de mantenimiento. La idea básica de esta filosofía de mantenimiento parte del conocimiento del estado de los equipos. De esta manera es posible, por un lado, reemplazar los elementos cuando realmente no se encuentren en buenas condiciones operativas, suprimiendo las paradas por inspección innecesarias y por otro lado, evitar las averías imprevistas, mediante la detección de cualquier anomalía funcional y el seguimiento de su posible evolución”. (Gómez, 1998, pág. 28)

2.2.2. El mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo “pretende disminuir o evitar en cierta medida la *reparación* mediante una *rutina* de inspecciones periódicas y la *renovación* de los elementos deteriorados, lo que se conoce como “Las tres erres del mantenimiento”. Si la segunda y la tercera no se realizan, la primera es inevitable”.

(Gómez, 1998, pág. 27)

2.2.3. El mantenimiento correctivo o por falla.

“En este tipo de mantenimiento, también llamado mantenimiento “a rotura”, solo se interviene en los equipos cuando el fallo ya se ha producido. Se trata, de una actividad pasiva, frente a la evolución del estado de los equipos, a la espera de la avería o fallo”. (Gómez, 1998, pág. 25)

2.3. Objetivo del mantenimiento.

Según Prando (1996) el objetivo del mantenimiento es “asegurar la disponibilidad planeada al menor costo dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones y las normas de seguridad” (pág. 28)

2.4. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

2.4.1. Definición de RCM

Cuando aseguramos que los equipos continúen operando dentro los estándares, rangos, capacidad de diseño y la confiabilidad propia del equipo, nos referimos a un Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.

Asimismo para justificar lo expuesto citamos a Anthony Smith, quien define el RCM como: “Una filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional

de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades más efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema”.

2.4.2. Como Aplicar RCM en la Industria

Para aplicar RCM debemos tener en cuenta la norma SAE JA1011 el cual especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso en base a la respuesta de las 7 preguntas siguientes:

1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?

Después de responder a las anteriores preguntas, podremos tener una vista clara de los objetivos a cumplir y las metas a alcanzar.

Según Layme (2014) existen 8 fases para aplicar el RCM mencionados continuación:

➤ Fase 0: Listado y codificación de equipos

“El primer paso es tener un inventario de todos los equipos debidamente ordenado, es importante tener en cuenta que estos deben no solo ser separados por tipo, modelo o serie, si no también estar asignadas dentro de una clasificación general de la planta, para ser fácilmente identificado y/o codificados”

➤ Fase 1: Listado de funciones y especificaciones

“En esta fase se detallan las funciones de los sistemas que componen el equipo y a su vez, las partes que componen cada sistema. Asimismo debemos de definir cada función con rangos de trabajo, que permitan evidenciar que el equipo o sistema está operando eficientemente. Estos rangos de trabajo o parámetros de operación podrían ser: presiones, temperaturas, nivel de fluidos, vibraciones, y todo cuanto sea medible”

➤ Fase 2: Determinación de Fallos funcionales y técnicos

“Definimos fallo funcional, como la incapacidad de un equipo para cumplir sus funciones, estos serán fácilmente asociados a la lista de funciones, entonces ahora tenemos un posible fallo funcional para cada función del equipo. Para identificar los posibles fallos funcionales, se debe recurrir al historial de averías, además de hacer participar al personal de producción involucrado en la operación del equipo, Asimismo el personal de mantenimiento también debe participar en esta fase. Luego de recopilar toda la información, debe ser clasificada para obtener los datos valiosos de esta fase”

➤ Fase 3: Determinación de modos de Fallo

“Para evitar confundir los modos de fallo con los fallos funcionales se debe entender al modo de fallo como parte de los fallos funcionales, es decir, para un fallo funcional pueden existir varios modos de fallo sin embargo para no divagar respecto a los modos de fallo identificaremos todos los ocurridos y posibles y se clasificarán en un diagrama de Pareto por frecuencia de incidencia o impacto en la producción, con el fin de identificar el 20% de las causas que son responsables del 80% de los problemas”

➤ Fase 4: Análisis de la gravedad de los fallos y criticidad

Fase en que se determinará los efectos de cada fallo y luego se clasificarán según la gravedad de las consecuencias que estos pueden causar, para determinar la gravedad solo debemos responder a la pregunta ¿Qué pasa si ocurre? A la respuesta, según la explicación, se le asignará un grado de gravedad como crítico, importante y tolerable; no habiendo más posibilidades, si el fallo fuese más sencillo no debería mencionarse para no entorpecer el proceso ordenar la información.

➤ Fase 5: Determinación de las medidas preventivas

Después de tener los fallos clasificados según su criticidad, se determinará las medidas preventivas que permitan eliminar o reducir el fallo y sus efectos. Las medidas preventivas pueden ser de cinco tipos.

- ✚ Tareas de mantenimiento rutinarias: Las cuales podrían ser Inspecciones visuales, lubricación, verificaciones con instrumentos en línea prendida y también en línea apagada, mantenimiento condicional, mantenimiento sistemático y Overhaul

✚ Mejoras en el equipo o instalación: Las mejoras en los equipos pueden ser desde cambio de materiales, diseño de la parte hasta cambio de condiciones de trabajo.

✚ Capacitación del personal: La capacitación del personal puede estar orientada a saber qué hacer en caso de una falla, para actuar y no deteriorar más el equipo. También puede ser direccionada para que el mismo operador pueda actuar antes de que ocurra la falla y prevenir este evento con el conocimiento adquirido.

✚ Actualización de instrucciones de operación: Para reforzar el procedimiento que todos realizan y verificar que todos realicen las mismas operaciones, reduciendo así cualquier fallo por mala operación.

Es una estrategia más económica de ejecutar sin embargo es una de las más difíciles porque depende de todo el grupo y el compromiso que este tenga con la empresa. Actualización de instrucciones de mantenimiento Instruir al personal para que realice el mantenimiento orientado a la excelencia, utilizando las medidas de tolerancia y ajustes, según fabricante. Es muy importante elevar el nivel del mantenimiento, haciéndolo estándar y eficiente.

➤ Fase 6: Agrupación de medidas preventivas según criticidad

El resultado de agrupar las medidas preventivas para evitar los fallos de un equipo es el Plan de Mantenimiento, no solo permite realizar el plan de mantenimiento, sino también identificar posibles mejoras, capacitación de personal y la actualización de procedimientos de operación y mantenimiento que reduzcan fallos en los equipos.

➤ Fase 7: Puesta en marcha del plan de Mantenimiento.

Finalmente antes de ejecutar el plan el equipo de RCM compuesto de 5 personas normalmente que se realiza este, debe dar a conocer a todos los involucrados los beneficios de aplicar este plan de mantenimiento y que fallo se quiere prevenir con este sistema. Asimismo antes de ejecutar el plan se debe prever que se cuente con todos los medios técnicos y materiales necesarios para cumplirlo. Se presentara la lista de mejoras y capacitaciones que se plantean, para que sean costeadas y programadas y empiecen junto con el nuevo plan de mantenimiento basado en el RCM. (Layme, 2014, pág. 8)

2.4.3. Gestión del mantenimiento a través del RCM

Para evitar mantenimientos mayores que repercutan negativamente la productividad y por tanto la generación de costos elevados, es necesario realizar mantenimiento periódicos. Sin embargo esto no ofrece la confiabilidad necesaria que requiere la industria, es así que ingresa la metodología del RCM a la gestión del Mantenimiento como una herramienta muy poderosa para cubrir las nuevas exigencias de la Compañía.

Se presenta las diferencias entre un plan de mantenimiento convencional y uno basado en RCM.

- ✓ El plan de mantenimiento convencional: Se encuentra basado en dos fuentes, la experiencia acompañada del conocimiento de los responsables de mantenimiento y los instructivos de mantenimiento por parte del fabricante. Si, el equipo es nuevo solo se contara con una fuente. Véase en la figura 1.



Figura 1: Plan de Mantenimiento Convencional

Fuente: Elaboración Propia

- ✓ El plan de mantenimiento basado en RCM: El mantenimiento basado en RCM utilizara como fuentes los instructivos de mantenimiento por parte del fabricante, la determinación de fallos funcionales, análisis de fallos y medidas preventivas. que crearan el nuevo plan basado en el RCM. Y como valor agregado de las medidas preventivas; tenemos la capacitación de personal, modificaciones acompañadas de mejoras y la actualización de procedimientos como se puede apreciar en la figura 2.

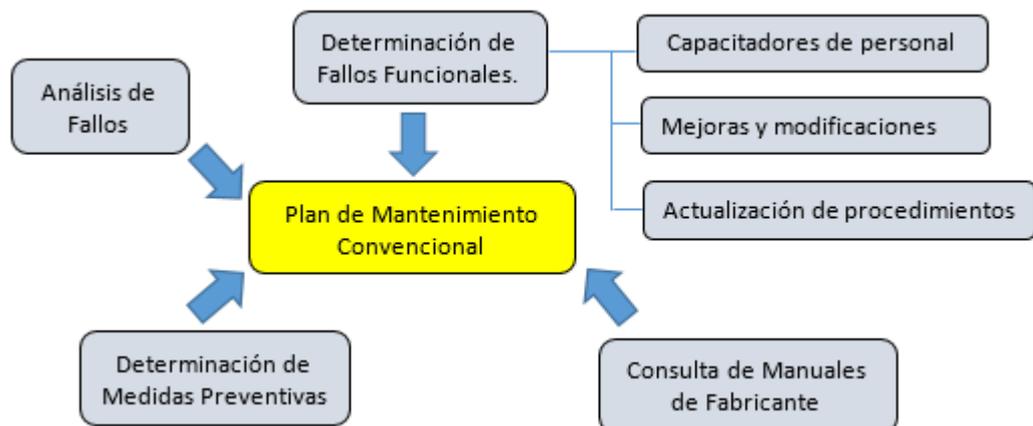


Figura 2: Plan de Mantenimiento basado en RCM.

Fuente: Elaboración Propia

2.5. Indicadores de mantenimiento

La compañía utiliza una serie de indicadores que cuantifican la eficiencia y eficacia de las actividades a realizar, los cuales son definidos a continuación:

- **Disponibilidad:** La disponibilidad es el principal indicador asociado al mantenimiento de la empresa, ya que limita la capacidad de producción.

Según Rodríguez (2008) “Se define como la probabilidad de que una máquina o sistema esté preparada para producción en un período de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes” (pág. 6)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{T_O}{T_O + T_P}$$

T_O : Tiempo total de operación

T_P : Tiempo total de parada

- **Tiempo medio entre fallas (MTBF):** Es el indicador que muestra la frecuencia con que suceden las fallas en un determinado periodo de tiempo.

$$\text{MTBF} = \text{N}^\circ \text{ de horas totales de operación} / \text{N}^\circ \text{ de fallas}$$

- **Tiempo medio entre reparaciones (MTTR):** Es el indicador que muestra el tiempo medio de reparación de la falla.

$$\text{MTTR} = \text{N}^\circ \text{ de horas de paro por fallos} / \text{N}^\circ \text{ de fallos}$$

2.6. Beneficios de la aplicación del mantenimiento centrado en confiabilidad

Los beneficios de la aplicación del proceso de mantenimiento centrado en confiabilidad son los siguientes:

- **Mayor seguridad e integridad ambiental.** El proceso de RCM actúa para prevenir o eliminar riesgos ambientales y de seguridad.
- **Mejor funcionamiento operacional.** El proceso de RCM actúa para mejorar la cantidad de producción, la calidad de producto y el servicio al cliente.
- **Mayor Costo – eficiencia del mantenimiento.** El proceso de RCM analiza cada uno de los eventos que causa la indisponibilidad de un sistema, de esta manera se evalúan las actividades que aseguren resultados sobre el mantenimiento de los equipos.
- **Mayor vida útil de componentes costosos.**
- **Mejor trabajo en equipo y mayor motivación del personal.** El proceso de RCM establece un solo lenguaje entre el área de producción y mantenimiento, estableciendo una mejor comunicación entre ambas partes. Adicionalmente, el personal involucrado con el proceso se motiva debido a que adquiere un sentido de pertenencia del proceso. (Poveda, 2011)

2.7. Análisis de criticidad

2.7.1. Definición de análisis de criticidad

El análisis de criticidad es “Una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis” (Huerta, 2000, pág. 13)

2.7.2. Pasos del análisis de criticidad

Según (Romero, 2013) para realizar en Análisis de Criticidad se deberá seguir los siguientes pasos:

PASO 1: Definir el nivel de análisis

Se deberán definir los niveles en donde se efectuará el análisis: instalación, sistema, equipo o elemento, de acuerdo con los requerimientos o necesidades de jerarquización de activos:



Figura 3: Niveles de análisis para evaluar criticidad.

Fuente: Elaboración propia

PASO 2: Definir la criticidad

La estimación de la frecuencia de falla y el impacto total o consecuencia de las fallas se realiza utilizando criterios y rangos preestablecidos:

Para cada equipo puede existir más de un modo de falla, el más representativo será el de mayor impacto en el proceso o sistema. La frecuencia de ocurrencia del evento se determina por el número de eventos por año.

La siguiente tabla muestra los criterios para estimar la frecuencia. Se utiliza el Tiempo Promedio entre Fallas (TPEF) o la frecuencia de falla en número de eventos por año, en caso de no contar con esta información utilizar base de datos genéricos (PARLOC, OREDA, etc.) y si esta no está disponible basarse en la opinión de expertos.

Categoría	Tiempo Promedio entre fallas TPEF, en años	Número de fallas por año	Interpretación
5	$TPEF < 1$	$\lambda > 1$	Es probable que ocurran varias fallas en un año.
4	$1 \leq TPEF < 10$	$0.1 < \lambda \leq 1$	Es probable que ocurran varias fallas en 10 años, pero es poco probable que ocurra en 1 año.
3	$10 \leq TPEF < 100$	$0.01 < \lambda \leq 0.1$	Es probable que ocurran varias fallas en 100 años, pero es poco probable que ocurra en 10 años.
2	$100 \leq TPEF < 1000$	$0.001 < \lambda \leq 0.01$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años, pero es poco probable que ocurra en 100 años.
1	$TPEF \geq 1000$	$0.001 \leq \lambda$	Es probable que ocurran varias fallas en 1000 años.

Figura 4: Criterios para estimar la frecuencia

Fuente: Archivos bibliográficos

Para la estimación de las consecuencias o impactos de la falla, se emplean los siguientes criterios y sus rasgos preestablecidos.

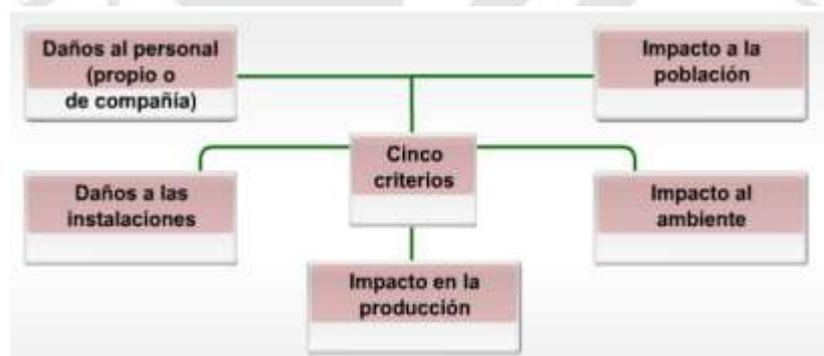


Figura 5: Niveles de análisis para evaluar criticidad.

Fuente: Elaboración propia

Los daños al personal, impacto a la población y al ambiente serán categorizados considerando los criterios que se indican en la tabla Categoría de los Impactos.

Los Impactos en la Producción (IP) cuantifican las consecuencias que los eventos no deseados generan sobre el negocio. Este criterio se evaluará considerando los siguientes factores: Tiempo Promedio para Reparar (TPPR), Producción Diferida, Costos de Producción (aceite y gas).

$$IP = (\text{Producción Diferida} \times \text{TPPR} \times \text{Costo Unitario del Producto})$$

El valor resultante permitirá categorizar el IP de acuerdo con los criterios de la tabla Categoría de los Impactos.

Los impactos asociados a Daños de las instalaciones (DI) se evaluarán considerando los siguientes factores:

- Equipos afectados
- Costos de Reparación
- Costos de Reposición de Equipos

Categoría	Daños al personal	Efecto en la población	Impacto ambiental	Pérdida de producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
5	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Muerte o incapacidad total permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la comunidad.	Daños irreversibles al ambiente y que violen regulaciones y leyes ambientales.	Mayor de 50 MM	Mayor de 50 MM
4	Incapacidad parcial, permanente, heridas severas o enfermedades en uno o más miembros de la empresa.	Incapacidad parcial, permanente, daños severos o enfermedades en uno o más miembros de la población.	Daños irreversibles al ambiente pero que violen regulaciones y leyes ambientales.	De 15 a 50 MM	De 15 a 50 MM
3	Daños o enfermedades severas de varias personas de la instalación. Requiere suspensión laboral.	Puede resultar en la hospitalización de al menos 3 personas.	Daños ambientales regables sin violación de leyes y regularizaciones, la restauración puede ser acumulada	De 5 a 15 MM	De 5 a 15 MM
2	El personal de la planta requiere tratamiento médico o primeros auxilios.	Puede resultar en heridas o enfermedades que requieran tratamiento médico o primeros auxilios.	Mínimos daños ambientales sin violación de leyes y regulaciones.	De 500 mil a 5 MM	De 500 mil a 5 MM
1	Sin impacto en el personal de la planta.	Sin efecto en la población	Sin daños ambientales ni violación de leyes y regulaciones.	Hasta 500 mil	Hasta 500 mil

Figura 6: Criterios de la tabla Categoría de los Impactos.

Fuente: Fuentes Bibliográficas

De la tabla Categoría de los Impactos, el valor ubicado en la columna Categoría se asignara a las consecuencias, y este se empleara para realizar el cálculo del nivel de criticidad. El impacto o consecuencia total de una falla se determina sumando los valores de las categorías correspondientes a cada columna o criterio multiplicado por el valor de la categoría obtenida de la tabla que determina la frecuencia de ocurrencia de falla.

PASO 3: Cálculo del nivel de criticidad

Para determinar el nivel de criticidad de una instalación, sistema, equipo o elemento se debe emplear la fórmula:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{consecuencia}$$

Para las variables se utilizan los valores preestablecidos como “categorías” de las tablas Categoría de las Frecuencias de Ocurrencia y Categoría de los impactos.

Una vez obtenido el valor de la criticidad, se busca en la Matriz de Criticidad diseñada para PEP, para determinar el nivel de criticidad de acuerdo con los valores y la jerarquización establecidos.



Figura 7: Matriz de criticidad

Fuente: Archivos Bibliográficos

PASO 4: Análisis y Validación de los resultados

Los resultados obtenidos deberán ser analizados a fin de definir acciones para minimizar los impactos asociados a los modos de falla identificados que causan la falla funcional.

Este análisis final permitirá validar los resultados obtenidos, a fin de detectar cualquier posible desviación que amerite la reevaluación de la criticidad.

PASO 5: Definir el nivel de análisis

El resultado obtenido de la frecuencia de ocurrencia por el impacto permite “jerarquizar” los problemas, componentes, equipos, sistemas o procesos, basado en la criticidad. El cuál es el objetivo de la aplicación de la metodología.

La valoración del nivel de criticidad y la identificación de los activos más críticos permitirá orientar los recursos y esfuerzos a las áreas que más lo ameriten, así como gerenciar las acciones de mitigación del riesgo en elementos subsistemas, considerando su impacto en el proceso.

PASO 6: Determinar la criticidad

Permite completar la metodología, sin formar parte de la misma. Cuando en la evaluación de un activo obtenemos frecuencias de ocurrencias altas, las acciones recomendadas para llevar la criticidad de un valor más tolerable deben orientarse a reducir la frecuencia de ocurrencia del evento. Si el valor de criticidad se debe a valores altos en alguna de las categorías de consecuencias, las acciones deben orientarse a mitigar los impactos que el evento (modo de falla o falla funcional) puede generar.

Dentro de las acciones o actividades que se recomiendan, se pueden incluir la aplicación de otras metodologías de Confiabilidad, con el objeto de:

- Identificar las causas raíz de los eventos de deseados y recomendar acciones que las eliminen mediante el Análisis Causa Raíz (ACR).
- Mitigar los efectos y consecuencias de los modos de falla y frecuencia de las fallas por medio de las aplicaciones de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) e Inspección Basada en Riesgo (IBR).
- Complementar y/o validar los resultados mediante análisis RAM.

PASO 7: Sistema de Seguimiento de control

Después de la selección de las acciones de mejora en las frecuencias de ocurrencia de los eventos y mitigación de impactos se debe crear y establecer un Seguimiento y Control, para garantizar el monitoreo de la ejecución de las acciones seleccionadas y el cumplimiento de las recomendaciones consecuentes de AC.

Los objetivos de Seguimiento y Control son:

- Asegurar la continuidad en el tiempo de la aplicación de los planes de acción resultantes de la aplicación de la Metodología Análisis de Criticidad.
- Promover la cultura del dato en todos los niveles de la empresa.
- Monitorear los cambios o mejoras que pueden derivarse de la aplicación de las acciones generadas como resultados de los análisis para determinar si se requiere un nuevo análisis.

2.8. Importancia de la gestión de activos

Según (Davis, 2017), precisa que la gestión de activos es importante porque puede ayudar a las organizaciones a: (pág. 10)

- 1) Reducir los costos totales de operar sus activos
- 2) Reducir los costos de capital de invertir en la base de activos
- 3) Mejorar el desempeño operativo de sus activos (reducir la tasa de fallas, aumentar la disponibilidad, etc.)
- 4) Reducir los potenciales efectos negativos sobre la sanidad de operar los activos
- 5) Reducir los riesgos de seguridad de operar los activos
- 6) Minimizar el impacto ambiental de operar los activos
- 7) Mantener y mejorar la reputación de la organización
- 8) Mejorar el desempeño regulatorio de la organización
- 9) Reducir los riesgos legales asociados con la operación de los activos

2.9. Herramientas para el análisis de problemas

Para el presente trabajo, desarrollaremos las siguientes herramientas con el objetivo de determinar las causas y planes de acción frente al problema identificado:

✓ **Análisis de criticidad**

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Así podremos distinguir entre equipos críticos, importantes y prescindibles. Para considerar la criticidad tengo que tener en cuenta aspectos como su influencia en la producción, calidad, mantenimiento, seguridad y medio ambiente. (Plaza, 2009, pág. 17)

✓ **Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto permite separar a lo “poco vital” de lo “mucho trivial”, lo que nos permite enfocarnos en las categorías importantes. En las

situaciones en las que los datos en estudio consisten en información defectuosa o incompleta, el diagrama de Pareto se convierte en una herramienta valiosa para dar prioridad a los esfuerzos de mejoramiento. (Berenson, Levine, & Krehbiel, 2006, pág. 25)

✓ **Análisis de Causa Raíz**

Método utilizado para la identificación y comprensión de problemas con la finalidad de determinar la causa raíz del mismo.

✓ **Diagrama de Flujo**

Según (Benice, 1978) el diagrama de flujo aporta una definición más clara del problema en estudio pues da su solución por medio de una expresión lógica, como también puede observarse la secuencia lógica de las operaciones, sirviendo así como una guía.

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1. Reseña histórica de la empresa

En 1886, Coca Cola fue creada por el farmacéutico John Pemberton en la ciudad de Atlanta, EE.UU. En 1910, se inicia la Fábrica de aguas gaseosas La Santa Rosa de J.R Lindley e hijos en el distrito del Rímac, Perú. En 1935, se da la primera aparición en el mercado de Inca Kola por los 400 años de la fundación de Lima. En 1936, la familia Barton obtiene los permisos para la fabricación de Coca Cola en el Perú. En 1945, Isaac Lindley asume la Presidencia y Gerencia General de José R. Lindley e hijos y creó más de 20 empresas.

En 1989, Johnny Lindley Taboada asume la Presidencia del Directorio y trabaja fuertemente en el crecimiento y desarrollo de la compañía. En 1999, con Johnny Lindley Taboada, José R. Lindley e hijos se asocia con The Coca Cola Company en el Perú. En 2004, compra de embotelladora Latinoamericana S.A. (ELSA), antiguo fabricante de Coca Cola en el país. En 2007, Johnny Lindley Suárez asume la Gerencia General. En 2010, con nueva identidad corporativa se celebra el centenario de Corporación Lindley al mando de Johnny Lindley Taboada y Johnny Lindley Suárez.

En 2011, bajo el lema “Destapando la Felicidad” Coca Cola celebró sus 125 años compartiendo momentos de felicidad en el mundo. En 2012, se inaugura la Planta Trujillo. En 2014, la Planta Trujillo se convierte en la primera planta en obtener el

nivel ORO en la certificación LEED para nuevas construcciones en Latinoamérica. En 2015, orgullosa de ser peruana, Inka Kola celebró sus primeros 80 años con todos los peruanos, también se inaugura la Planta Pucusana la cual abastecerá el 55% del volumen total del país y la corporación Lindley sella una alianza estratégica con Arca Continental, que le permitirá integrarse a una multinacional de bebidas de excelente proyección y reputación en todo el continente.

La estructura organizacional de Corporación Lindley se divide en:

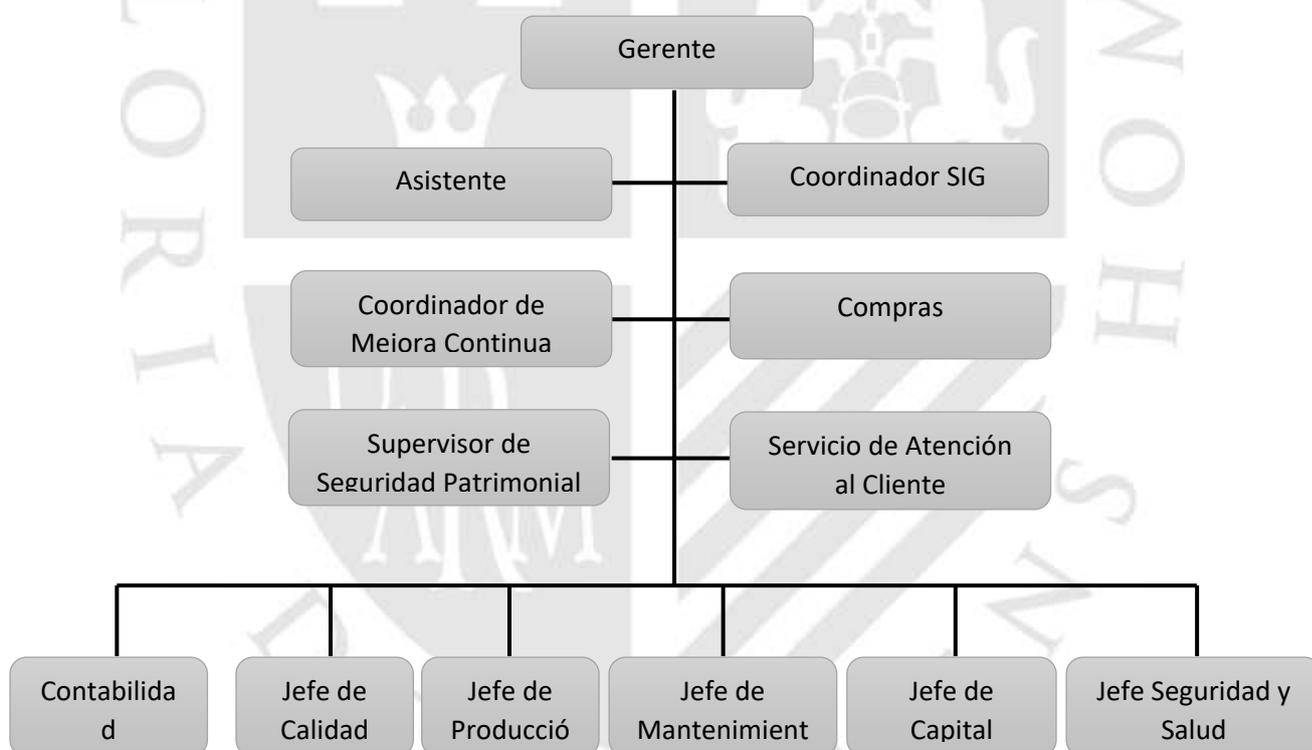


Figura 8: Matriz de criticidad

Fuente: Archivo de la empresa

3.2. Situación actual

Como embotelladora y distribuidora exclusiva de las marcas de The Coca-Cola Company en Perú, la empresa embotelladora motivo de estudio es una empresa símbolo de la industria de bebidas no alcohólicas por ser la creadora de la marca Inca

Kola y por una exitosa trayectoria de más de 106 años de inversión y compromiso con el Perú. Actualmente la empresa cuenta con 8 plantas de bebidas gaseosas, aguas, jugos, isotónicas y energizantes. Sus 3,300 colaboradores atienden a más de 336,000 clientes a nivel nacional, consolidando la red comercial y de distribución más grande del país.

3.3. Perfil organizacional y principios empresariales

Visión.

Ser líderes en todas las ocasiones de consumo de bebidas y alimentos en los mercados donde participamos, de forma rentable y sustentable.

Misión.

Generar el máximo valor para nuestros clientes, colaboradores, comunidades y accionistas, satisfaciendo en todo momento y con excelencia las expectativas de nuestros consumidores.

Código de ética y conducta.

Nuestro Código de Ética y Políticas de Conducta aplica y es conocido por nuestros colaboradores y Consejo de Administración, así como por terceros relacionados con la empresa, como clientes, proveedores, y demás actores de la comunidad. En este documento, la empresa parte del principio básico de cumplir la ley y los reglamentos aplicables en todos

Los países donde operamos y establece parámetros más exigentes de comportamiento en algunos aspectos. Entre los principales objetivos que abordan se destacan, el respeto a los derechos humanos reconocidos internacionalmente, los controles anticorrupción y sobre lavado de dinero, la no-discriminación, el control de

los conflictos de interés, la protección del ambiente y de las condiciones de salud y seguridad en el trabajo, el respeto a la libre competencia y a las prácticas de competencia leal, entre otros.

Portafolio de marcas.

La razón de ser de nuestra actividad diaria es estar cerca de nuestros clientes y consumidores, brindándoles momentos de felicidad y acompañándolos con un amplio e innovador portafolio de productos que logre satisfacer sus gustos y necesidades particulares con la más alta calidad, tradición y prestigio, a precios competitivos.



Figura 9: Portafolio de Marcas

Fuente: Archivo de la empresa - 2019

3.4. Valores presentes en la empresa

- Integridad sustentada en respeto y justicia.
- Orientación al cliente y vocación de servicio.
- Desarrollo integral del capital humano.
- Sustentabilidad y responsabilidad social.

3.5. Descripción del proceso de embotellado

3.5.1. Proceso productivo de la Bebida Gasificada

El proceso productivo de elaboración de las bebidas gasificadas se describe a continuación, en las etapas siguientes:

✓ **Tratamiento de agua.**

El agua es sometida a un tratamiento para cumplir los requerimientos de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y The Coca Cola Company.

El tratamiento de agua consiste en diversos pasos de filtración y desinfección por medio del cual se asegura la inocuidad del agua, quedando de esta manera libre de microorganismos, contaminantes químicos e inhibiendo sabores extraños.

✓ **Elaboración del jarabe simple.**

Una vez que el agua ha sido tratada es mezclada con edulcorantes nutritivos como el azúcar en medidas exactas formando el jarabe simple, el cual es filtrado a baja presión para la eliminación de las impurezas.

✓ **Elaboración de la bebida terminada.**

El Agua tratada y el Jarabe Terminado, se dosifican en proporciones exactas en un depósito donde son mezclados. La bebida sin gas (Agua-Jarabe) es impulsada por una bomba al Carbonatador (Estanque) donde el líquido cae sobre una bandeja distribuidora, la cual tiene pequeñas perforaciones en línea con las placas de enfriamiento.

Por estos orificios escurre la bebida en forma de una delgada lamina que desciende por las placas de enfriamiento el cual es absorbido a medida que va perdiendo calor hasta depositarse en la parte inferior del estanque Carbonatador. Finalmente, por efecto de la presión la bebida terminada, sale por una cañería en dirección a la llenadora.



3.5.2. Descripción del Proceso de la línea COMBI

Diagrama de bloques del proceso de embotellado de la línea de producción Combi.

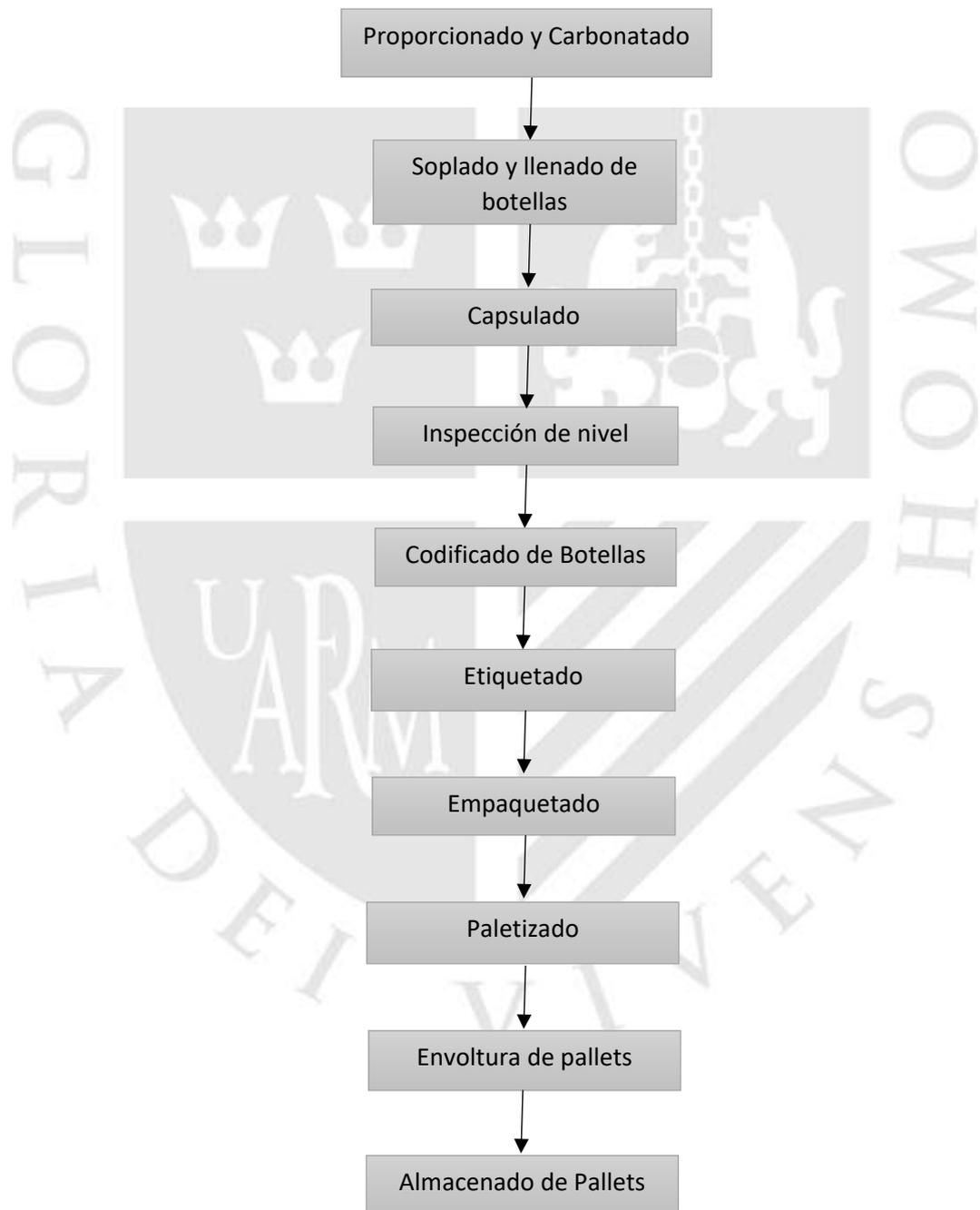


Figura 10: Diagrama de proceso operativo línea de embotellado Combi

Fuente: Elaboración propia

Proceso de Mezcla: Se realiza la mezcla de jarabe, agua y CO₂ lo cuales forman la bebida en el Mixer; la mezcla que se realiza es en proporciones a la cantidad de producción, tipo de bebida y formato de envase que se requiera producir en el día. A través de tuberías especializadas, la mezcla es direccionada a la llenadora de botellas.



Figura 11: Máquina Mixer Sidel.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Proceso de soplado de botellas: La línea de producción Combi comienza con el soplado de las botellas no retornables que inicialmente son adquiridas de la ciudad de Lima como probetas que al ser calentadas a una determinada temperatura son adecuadas al molde de la botella respecto a sus diferentes formatos de 300 ml, 473 ml, 500 ml y 625 ml.

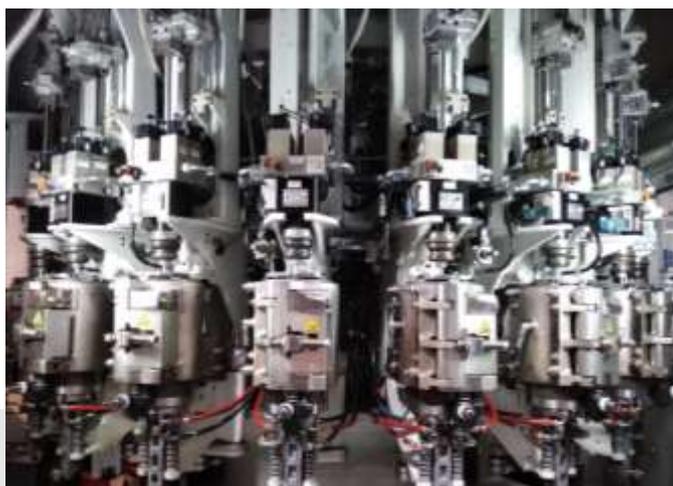


Figura 12: Máquina Sopladora Sidel.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Proceso de Llenado: En el proceso de llenado interviene directamente la llenadora SIDEL con una velocidad de 42000 botellas/hora según la especificación del fabricante.



Figura 13: Máquina Llenadora SIDEL.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Proceso de Capsulado: La capsuladora se encarga del sellado de botellas con tapas plásticas.



Figura 14: Máquina Capsuladora.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Proceso de Inspección: Al salir las botellas de la llenadora, pasan por la inspección visual donde el inspector electrónico de botellas se encarga de ver aquellas botellas con un nivel alto o bajo de bebida, como también el sellado deficiente o si están en malas condiciones; de ser así no pueden ser aprobadas y son separadas del proceso de producción por el mismo equipo.



Figura 15: Máquina Inspector Electrónico de Botellas.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Proceso de Codificación: Las botellas que se encuentran correctamente llenadas pasan por el codificador de botellas donde se imprime de acuerdo a la fecha de elaboración, la fecha de vencimiento del mismo, para así poder lograr la trazabilidad del producto.



Figura 16: Máquina Codificadora de Botellas.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa

Proceso de Empaquetado: Las botellas son envueltas por plástico y posteriormente ingresadas a un horno para su compactación formando así un paquete de botellas.



Figura 17: Máquina Empaquetadora Cermex.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa.

Proceso de Paletizado: La Paletizadora se encarga de ordenar los paquetes de botellas, y apilarlas en camas para formar los pallets.



Figura 18: Máquina Paletizadora Robot Fanuc.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa.

Proceso de Envoltura de Pallets: La envolvedora de pallets Robopac usa como insumo principal el plástico llamado fill que por movimientos giratorios realizará la envoltura del conjunto de paquetes de botellas.



Figura 19: Máquina Paletizadora ROBOPAC.

Fuente: Archivos fotográficos de la empresa.

Una vez envuelto los pallets son recogidos por montacargas y almacenados

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

4.1. Descripción del área de mantenimiento

El departamento de mantenimiento, tiene como principal tarea la de velar por el funcionamiento eficiente de las líneas de producción; para ello se aplica mantenimientos preventivos, correctivos, predictivos y de rutina. El departamento de mantenimiento se constituye del jefe de mantenimiento, supervisores de mantenimiento, supervisor planner, instrumentistas, electricistas y mecánicos. Cuyas funciones son las siguientes:

➤ **Jefe de mantenimiento**

Asegurar el buen funcionamiento de los planes de mantenimiento, elabora y supervisa el presupuesto de mantenimiento de los activos bajo su responsabilidad y es quien sustenta a la gerencia como se desenvuelven los planes mensualmente a través de indicadores.

➤ **Supervisores de mantenimiento**

Coordinar, asignar, ejecutar y supervisar la ejecución de los programas de mantenimiento que se realizaran en los equipos de las líneas de producción como también realizar el seguimiento de los pendientes del sistema integrado de gestión y velar por la disciplina e integridad del personal a cargo.

➤ **Supervisor planner**

Coordinar el mantenimiento eléctrico, mecánico e instrumentación de las maquinarias con el objetivo de mantenerlos en condiciones operativas que permitan superar los objetivos de acuerdo a los indicadores de disponibilidad, MTBF y MTTR, como también elaborar reportes de las órdenes de trabajo y realizar la gestión de compra de repuestos de manera planificada y organizada.

➤ **Mecánicos**

Realizar el diagnóstico de averías, reparación y ajuste de equipos o sistemas mecánicos. Tales como desmontar, limpiar y lubricar las partes del motor, inspeccionar y reemplazar los filtros de aire y aceite, reemplazar piezas de repuestos, entre otros.

➤ **Electricistas**

Instalar, reparar, reemplazar y mantener componentes de equipos de sistemas de control y distribución eléctrica., tales como relés, interruptores, sensores, tableros de distribución y demás componentes eléctricos.

➤ **Instrumentistas**

Instalar, reparar, reemplazar y mantener sistemas automatizados y de control de procesos tales como actuadores, válvulas, electroválvulas, sistemas neumáticos, entre otros como también la programación y copias de respaldo de controladores lógicos programables e interfaces hombre máquina (PLC – HMI).

Organigrama del Área de Mantenimiento

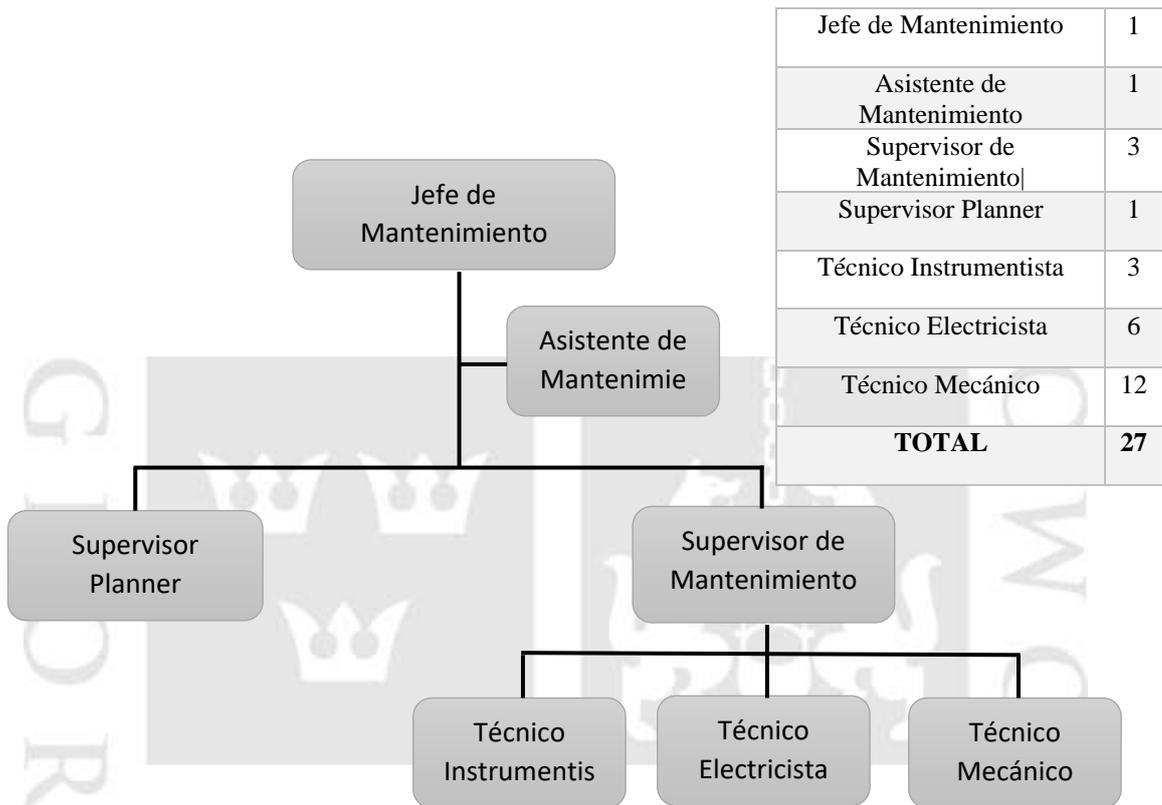


Figura 20: Organigrama del área de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

4.2. Descripción de la gestión actual de mantenimiento

El área de mantenimiento cuenta con el sistema informático SAP/PM, el cual le proporciona la información necesaria para llevar a cabo la gestión de mantenimiento de los activos de la empresa. La gestión de mantenimiento está basada en un proceso cuyas fases son las siguientes:

4.2.1. Fase 1. Identificación de trabajo

Se realiza la identificación de anomalías y se genera un aviso de avería mediante el sistema SAP/PM.

La generación del aviso de avería puede realizarse por el supervisor de mantenimiento, el planner de mantenimiento, el técnico de mantenimiento y el

cliente de operaciones. Si el aviso de avería genera un mantenimiento correctivo emergente, el supervisor de mantenimiento o el planner procederán asignar la actividad al técnico de mantenimiento especializado, para su posterior diagnóstico de la avería, reparación y ajuste del equipo.

Si el aviso de avería no es emergente, el planner de mantenimiento programará la tarea para realizarlo posteriormente, dependiendo de la disponibilidad de mano de obra, del equipo y los repuestos.

4.2.2. Fase 2. Planificación

El planner de mantenimiento evalúa los avisos de avería generados, determinado si la actividad lo llevara a cabo los técnicos de planta o en su defecto la contratista, para luego proceder a generar la orden de mantenimiento. A su vez el planner planifica las actividades contempladas por el mismo plan de mantenimiento de los equipos.

4.2.3. Fase 3. Programación

Una vez generada la orden de mantenimiento, el planner conjuntamente con el supervisor de mantenimiento realiza la programación de la actividad. Evalúan el trabajo a realizar en función de la disponibilidad del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos.

4.2.4. Fase 4. Asignación diaria

En esta fase el supervisor de mantenimiento recibe las actividades diarias de mantenimiento y las asigna al personal de turno a cargo dependiendo de la especialidad.

4.2.5. Fase 5. Ejecución

En la siguiente fase, el técnico de mantenimiento es el encargado de la ejecución de la actividad de mantenimiento.

4.2.6. Fase 6. Verificación de ejecución

El supervisor de mantenimiento, técnico de mantenimiento, planner y cliente de operaciones son los encargados de realizar la verificación de la ejecución de la tarea y pruebas de funcionamiento.

4.2.7. Fase 7. Captura y cierre

En esta fase se notifica la finalización de la actividad y se cierra la orden de mantenimiento a través del sistema SAP/PM, concluyendo de esta manera el ciclo de planificación y control de trabajo.

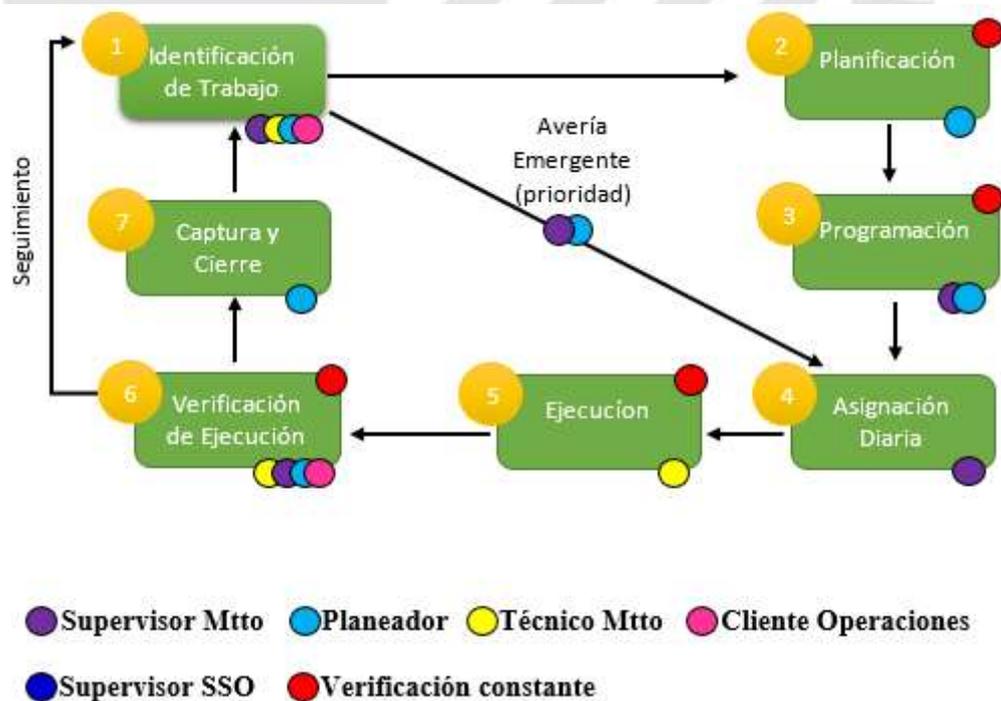


Figura 21: Planificación y Control de Trabajo

Fuente: Elaboración propia

4.3. Evaluación de la gestión actual del mantenimiento

Para evaluar la gestión actual del mantenimiento en la empresa embotelladora se consideró los aspectos siguientes:

1. Gestión de la Estrategia
2. Gestión de la Información
3. Información Técnica
4. Organización y Desarrollo
5. Planes de Cuidado de Activos
6. Planificación y Control del Trabajo.
7. Cuidado de los Activos por el Operador
8. Medición del Desempeño

Para llevar a cabo el diagnóstico se ejecutó las siguientes actividades:

- Se buscó evidencias de que el PDCA (Ciclo de Deming) de la Gestión del Mantenimiento está sistematizado y destacar puntos positivos y negativos de las relaciones.
- Revisión de la operación del módulo de mantenimiento SAP/PM.
- Evaluaciones de indicadores de mantenimiento.

4.4. Diagnóstico de la Evaluación

Una vez realizada la evaluación de la gestión de mantenimiento actual se determina las siguientes deficiencias

Tabla 1: Diagnóstico de deficientes

N°	Desviación	Consecuencia			
1	Falta de una estrategia para el mantenimiento	Dificultades de ajustes presupuestarios y correcta locación de recursos			
2	Faltan políticas y estrategias para la gestión de los activos.	Falta de alineación de las áreas de apoyo con las áreas más involucradas con los equipos Decisiones vulnerables.	No está claro a todos la dirección a seguir	No está definida la línea de visión desde los indicadores del negocio hasta los indicadores de gestión de activos.	
3	SAP PM configurado superficialmente	Poca confianza en las acciones. Reincidencia de problemas	Dudas de la integridad y veracidad de los datos	El SAP demanda mucho tiempo para extraer información o emitir un reporte	Sistema es considerado burocracia
4	Estructura del equipo limitada (Taxonomía no definida)	Imposibilidad de cálculo de los indicadores tácticos de confiabilidad a nivel componente (MTBF, MTTR)	Imposibilidad de cálculo del ciclo de vida		
5	Planes de mantenimientos no basados en criticidad	Imposibilidad de acompañar tendencias	Dificultades de planear y sacar indicadores de cumplimiento.	Sistema no contribuye eficazmente para la reducción de los problemas	
6	No actúan en el análisis y clasificación de las informaciones	Incerteza de los datos	Necesidad de reuniones constantes.	Dificultades en tratar, utilizar y analizar la información.	No se garantiza retroalimentar los planos de mantenimiento

					después del análisis de causa raíz
7	No hay un mecanismo formal para controlar la información técnica referente al equipo	Pérdida de tiempo en consultas a manuales y procedimientos especiales.	Los manuales de procedimientos son superficiales	La información es centralizada en pocas personas y no es fácilmente accesible al personal técnico	
8	Descripción de funciones no alineadas con las necesidades de gestión de activos	Indefensión en las funciones de planeación	Indefensión en las funciones de confiabilidad	Falta establecer los indicadores correctos para cada nivel de puesto	Falta establecer la tabla de habilidades por puesto y entrenamientos necesarios
9	Dificultades de transferir conocimiento	Eficiencia abajo del esperado	Mala calidad de trabajo	Pérdida del conocimiento	Bajo desempeño, compromiso e involucramiento
10	Transferencia empírica del conocimiento tácito	Alta dependencia del conocimiento tácito de los técnicos de mantenimiento	Reincidencia de problemas		
11	No posee o trabaja con matrices de criticidad	Dificultades de escoger la correcta táctica de mantenimiento por componente			
12	No priorizan tácticas orientadas a la eliminación o para evitar fallas	Rentabilidad abajo del posible	Una cultura de reconocimiento al arreglo rápido, más que prevención		
13	Planes de mantenimiento con poco CM	Realización de los planes no impide las fallas o aumenta consistentemente la disponibilidad de criterios.		Dificultades en tratar, utilizar y analizar la información.	No se garantiza retroalimentar los planos de mantenimiento después del análisis de causa raíz

14	Función Confiabilidad no disponible	Eficiencia abajo del esperado	Costos de mantenimiento arriba del óptimo (Costo/Riesgo/desempeño)	Mal aprovechamiento del presupuesto existente, cuando limitado	
15	No hay evidencia de control de calidad del trabajo/servicio/MO realizado	Retrabajos	Tiempos muertos		
16	La falta de mediciones en indicadores de procesos hace que todos se pierdan mirando los indicadores reactivos	Acierto limitado en toma de decisiones	Poca efectividad de la gestión en resolver problemas	Demoras en reaccionar frente a desviaciones	
17	Distribución de tareas estratégicas en base a necesidades y emergencias	Eficiencia abajo del esperado			
18	No hay sistema de atribución de tarea por competencia o criticidad	Posicionamiento equivocado de recursos	Desempeño de los KPIs depende del personal que realiza la tarea, más que del proceso o procedimiento		
19	Causa raíz necesita ser tratada con más profundidad y las acciones acompañadas para su efectiva ejecución	Proyectos de mejora son enfocados en paros grandes, problemas económicos o urgentes	Reincidencia de problemas		
20	Poca evidencia de toma de decisiones basadas en análisis de causa raíz	Reincidencia de problemas			
21	Éxitos o fracasos en planes de mejora no son monitoreados	Decisiones vulnerables. Poca confianza en las acciones.			

22	Dificultades de generar, tratar, analizar, fundamentar y utilizar la información	Reincidencia de problemas Poca confianza en las acciones propuestas para arreglar los problemas			
23	Mantenimiento autónomo con diferentes niveles de cumplimiento y actuación	No se reportan fallas en tiempo	Desperdicio de recursos de mantenimiento		
24	Falta técnica para definición de niveles de inventario de artículos de MRO	Compras de última hora	Precios con poca negociación o no negociadas en partes y respuestas		
25	Falla técnica en la definición del presupuesto para compra de partes y manutención de los niveles de máximos y mínimos	Retrasos en la ejecución de los trabajos y riesgos de fallas en la operación			
26	Mediciones de desempeño similares para todos los niveles	Menos desempeño del personal de lo que podrían tener	Menos compromiso de lo que podrían tener		

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA

El presente plan de mejora de la gestión de mantenimiento basada en la metodología del RCM (Mantenimiento basado en confiabilidad) se describe bajo las siguientes bases:

- ✚ Determinación de los equipos que conforman la línea Combi.
- ✚ Análisis de criticidad de los equipos que conforman la línea Combi.
- ✚ Desarrollo de la taxonomía en base a los equipos con mayor criticidad.
- ✚ Determinación del nivel de criticidad de los componentes de cada equipo.
- ✚ Desarrollo del AMEF (ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS).
- ✚ Desarrollo del nuevo modelo de planeación de mantenimiento y control del trabajo.

5.1. Determinación de los equipos que conforman la línea Combi.

La línea Combi está conformada por 32 equipos mencionados a continuación:

- ✓ Llenadora Botellas Sidel
- ✓ Sopladora de Botellas Sidel
- ✓ Mixer Sidel
- ✓ Termoencogible Cermex
- ✓ Etiquetadora Sidel
- ✓ Capsuladora Arol
- ✓ Transportador Botellas S/Etiqueta
- ✓ Mesa Acumulación Botellas S/Etiqueta
- ✓ Mesa Acumulación Botellas C/Etiqueta
- ✓ Transportador Botellas C/Etiqueta

- ✓ Transportador Paquetes
- ✓ Paletizador Robokolumn
- ✓ Formador de Cama Robotsmart Rb01
- ✓ Formador de Cama Robotsmart Rb02
- ✓ Intercambiador De Calor
- ✓ Generador Ozono
- ✓ Equipo Esterilizador UV
- ✓ Inspector De Nivel Ft-175
- ✓ Envolvedora Robopack
- ✓ Transportador Pallets y Cartón Sidel
- ✓ Generador de Ozono C25011
- ✓ Codificador Laser Lasetec
- ✓ Alimentador de Cartones Sidel
- ✓ Alimentador de Tapas
- ✓ Dosificador Nitrógeno Vacuum Barrier
- ✓ Distribuidor de Preformas
- ✓ Alimentador de Preforma
- ✓ Tanque de Contacto Agua Ozonizada
- ✓ Torre Enfriamiento Baltimore
- ✓ Equipo Desinfección CIP
- ✓ Chiller Euroklimat
- ✓ Sistema Presión Positiva Sala Envasado

5.2. Análisis de criticidad de los equipos.

Para realizar el análisis de criticidad de los activos que conforman la línea Combi, se toman los siguientes criterios de evaluación de acuerdo a las necesidades de la empresa basado esencialmente en la ISO 31000 Gestión de Riesgos – Principios y Guías.

5.2.1. Severidad operacional

La severidad operacional se define como el riesgo de pérdida funcional directa o indirecta resultante de una falla aplicable a un activo.

Tabla 2: Severidad Operacional.

Puntuación	Impacto
0	Sin impacto
20	Capacidad Reducida
40	Paro Total con duración menor a 1 hora
60	Paro Total con duración menor a 1 turno
80	Paro Total con duración de más de 1 turno
100	Paro total con duración de 1 día o mas

Fuente: Registro de la Empresa

5.2.2. Severidad de seguridad

La severidad de seguridad indica el daño que se puede producir a los colaboradores, activos y/o instalaciones si el riesgo se materializa.

Tabla 3: Riesgo Potencial de Lesiones Personales

Puntuación	Impacto
0	Sin Riesgo
12	Accidente de Trabajo que Requiere Primeros Auxilios
24	Accidentes de trabajo con Impacto Bajo
36	Accidentes de trabajo con Impacto Medio
48	Accidentes de trabajo con Impacto Alto y/o Critico

Fuente. Registro de la empresa

Tabla 4: Riesgo Potencial de Fuego o Explosión.

Puntuación	Impacto
0	Sin Riesgo
12	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos locales, estatales y/o federales.
24	Impacto Bajo – El activo/componente no se incendiará, pero las chispas resultantes pueden causar flamazos, conatos de incendio o daños leves en el área cercana.
36	Impacto Medio – El fuego o explosión puede dañar al activo/componente y propagarse a otros activos/componentes o áreas contiguas.
48	Impacto Alto – El fuego o explosión puede causar daños importantes a otros activos/componentes, complejos o edificios que tengan un impacto grave en las operaciones productivas.

Fuente. Registro de la empresa

Tabla 5: Riesgo de Seguridad durante la Ejecución de una Tarea de Mantenimiento

Puntuación	Impacto
0	Sin Riesgo
12	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos locales, estatales y/o federales.
24	Impacto Bajo - Trabajos en alturas donde se requiere equipos de elevación e izaros de carga.
36	Impacto Medio - Trabajos en alturas donde se necesita equipos de protección contra caídas y línea de vida.
48	Impacto Alto - Trabajo en espacios confinados, Riesgo de electrocución, Riesgo de Atrapamiento.

Fuente. Registro de la empresa

5.2.3. Severidad ambiental

La severidad ambiental indica el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente.

Tabla 6: Emisiones al Ambiente

Puntuación	Impacto
0	Sin Riesgo
15	Impacto Bajo – Acumulación de polvo y/o tierra en el piso y/o el activo/componente.
30	Impacto Medio – Generación de polvo, humo o gases liberados dentro de las instalaciones del CEPRO que pueden afectar a los activos/componentes y a los colaboradores que los operan y/o mantienen. (Ej. Olores asfixiantes, irritantes, gases corrosivos, venenos, entre otros.)
45	Impacto Alto – Generación de polvo, humo o gases liberados fuera de las instalaciones del CEPRO que pueden afectar a los activos/componentes, a los colaboradores que los operan y/o mantienen y/o a la comunidad. (Ej. Olores asfixiantes, irritantes, gases corrosivos, venenos, entre otros.)
60	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos locales, estatales y/o federales.

Fuente. Registro de la empresa

Tabla 7: Derrames Químicos

Puntuación	Impacto
0	Sin Riesgo
15	Impacto Bajo – Derrame de fluidos de movimiento lento (Ej. Grasas) ocurridos en piso de concreto dentro del CEPRO
30	Impacto Medio – Derrame de líquidos o polvos en el suelo o aguas dentro del CEPRO.
45	Impacto Alto – Derrame de líquidos o polvos en el suelo o aguas fuera del CEPRO.
60	El CEPRO está expuesto a multas o procesos legales por incumplimiento de regulaciones o acuerdos locales, estatales y/o federales.

Fuente: Registro de la empresa

5.2.4. Confiabilidad y diseño

La criticidad de confiabilidad y diseño se enfoca en el análisis en que un activo y/o componente en su contexto operativo minimiza o mitiga el impacto de una falla.

Tabla 8: Confiabilidad y diseño

Puntuación	Impacto
0	Sin Pérdida Funcional, a pesar de la ocurrencia de una falla de un activo y/o componente sus efectos no causan impacto en la funcionalidad del sistema.
20	Auto redundante, sistema que cuenta con un activo y/o componente auxiliar que en el momento en que detecta una falla en el activo principal comienza a funcionar de manera automática.
40	Redundancia Manual, activo y/o componente auxiliar que debe de ser activado de manera manual para comenzar a funcionar en caso de falla del activo principal.
60	Bypass, técnica utilizada para modificar la ruta original del sistema para minimizar el impacto funcional al presentarse una falla.
80	Capacidad Reducida, pérdida considerable de la capacidad productiva debido a una falla de un activo y/o componente en el sistema.
100	Perdida Funcional, pérdida de las capacidades productivas del sistema.

Fuente: Registro de la empresa

5.2.5. Mantenibilidad

La mantenibilidad es la propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla. Se dirá que un sistema es altamente mantenible cuando el esfuerzo asociado a la restitución sea bajo. Sistemas poco mantenibles o de baja mantenibilidad requieren de grandes esfuerzos para sostenerse o restituirse. El sistema debe repararse fácilmente (ser mantenible) y debe conservarse de manera rentable o restaurarse a una condición utilizable (confiable).

Tabla 9: Mantenibilidad

Puntuación	Impacto
0	La capacidad de realizar las tareas de mantenimiento y la velocidad de reacción es alta. Se considera una alta disponibilidad de los consumibles y refacciones necesarias para realizarlas.
25	Se cuenta de alguno de los 3 factores (capacidad, velocidad de reacción y/o consumibles y refacciones) pero no están disponibles en el mismo momento.
50	La capacidad de realizar las tareas de mantenimiento y la velocidad de reacción es baja. Se considera una baja disponibilidad de los consumibles y refacciones necesarias para realizarlas.
100	No existe capacidad de realizar las tareas de mantenimiento y la velocidad de reacción es extremadamente baja o nula. Es extremadamente difícil conseguir los consumibles o refacciones necesarias para realizarlas.

Fuente: Registro de la empresa

5.2.6. Frecuencia de fallas

La frecuencia de falla es la cantidad de eventos de falla del activo y/o componente ocurridos en los últimos dos años.

Tabla 10: Frecuencia de Fallas

Puntuación	Impacto
0	Falla poco común, remota probabilidad de ocurrencia, ninguna falla ha sido asociada con procesos idénticos. El proceso está dentro de control estadístico. ($C_{pk} > 2.0$; casi nunca se ha presentado) Probabilidad muy baja, procesos casi idénticos han tenido únicamente fallas aisladas. El proceso está dentro de control estadístico. ($C_{pk} > 1.66$; se presenta una vez a más de dos años)
20	Baja probabilidad de ocurrencia, procesos similares han tenido solo fallas aisladas. El proceso está dentro de control estadístico. ($C_{pk} > 1.33$; se presenta una vez cada dos años) Existe probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, el proceso dentro de control estadístico. ($C_{pk} > 1.33$; se presenta una vez al año)
40	Moderada probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, pero no en mayores proporciones, el proceso está dentro de control estadístico. ($C_{pk} > 1.00$; se presenta una vez al semestre) Moderada probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, en mayores proporciones, el

	proceso no está dentro de control estadístico. (CPk no es confiable; se presenta una vez al cuatrimestre)
60	Alta probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas, el proceso no está dentro de control estadístico. (CPk no es confiable; se presenta de una a cuatro veces al mes) Alta probabilidad de ocurrencia, procesos similares tienen experiencias de fallas repetidas. (Cpk no es confiable; se presenta entre una a cinco veces por la semana)
80	Muy alta probabilidad de ocurrencia, la causa es casi inevitable. Se requieren pasos adicionales al proceso para negociar con las fallas. (CPk no es confiable; se presenta diariamente y/o en cada arranque)
100	Es segura la ocurrencia de falla. Se presenta en todos los turnos.

Fuente: Registro de la empresa

5.2.7. Repuestos y tiempos de entrega

El tiempo de entrega de las refacciones o repuestos necesarios en caso de la ocurrencia de una falla es determinante en términos de la criticidad de los activos y/o componentes sujetos de este análisis.

Tabla 11: Repuestos y tiempos de entrega

Puntuación	Impacto
0	Tiempo de Entrega <1 Semana
20	Tiempo de Entrega de 1 a 3 Semanas
40	Tiempo de Entrega de 3 a 6 Semanas
60	Tiempo de Entrega de 6 Semanas a 3 Meses
80	Tiempo de Entrega de 3 Meses a 6 Meses
100	Tiempo de Entrega >6 Meses

Fuente. Registro de la empresa

5.2.8. Severidad en calidad

La severidad en calidad analiza el grado de impacto de la falla en el producto y en el proceso.

Tabla 12: Efecto en el Cliente

Puntuación	Impacto
0	Sin Efecto Aparente.
15	<p>Molestia o Incomodidad Razonable para esperar que la naturaleza menor de esta falla podría no causar cualquier afecto real sobre el producto o su procesamiento por el consumidor. El consumidor probablemente no notará la falla. La falla solo causa una ligera molestia al cliente y/o consumidor notara solo un ligero deterioro o inconveniencia con el producto o procesamiento de este. Lineamientos de TPM (Emplayado incorrecto). Resultará en una queja interna como consecuencia del incumplimiento de una característica secundaria de poco impacto a una característica crítica (Atributo de Calidad). TAG (fuga de agua en tubería, presión de agua, Presencia de floc) JAR (Temperatura de agua) Generación de subproducto que genera un reproceso. El problema será detectado durante la etapa. Resultará en una queja interna como consecuencia del incumplimiento de una característica crítica (Atributo de Calidad) y regresará el subproducto. TAG (flúor, aluminio) JAR (Volumen, Brix y Tiempo de almacenamiento del Jarabe) Saneamiento de equipos (Residual químico)</p>
30	Perdida o degradación de una característica de calidad secundaria, generación de subproducto no conforme (Jarabe terminado, agua tratada) la falla es detectada fuera (posterior) del proceso.
45	<p>Pérdida o degradación de una característica de calidad, resultará en una queja del cliente y regresará el producto del mercado. Afectando la imagen corporativa e insatisfacción del consumidor. Incumplimiento a un atributo de calidad (Apariencia de producto, Sabor, Brix, Gas, Torque, Código, Tapa, Envase, Microbiología de carbonatados)</p>
60	Falla en el cumplimiento con requerimientos de seguridad y/o regulatorios. Incumplimiento con reglamentos gubernamentales. (Contenido Neto, Condición de envase), Involucra problemas potenciales de salud al consumidor. (Microbiología para Embotellado, Apariencia por presencia de Vidrio)

Fuente. Registro de la empresa

Tabla 13: Efecto en el Proceso de Elaboración del Producto

Puntuación	Impacto
0	Sin Efecto Aparente.
15	Interrupción Menor. Leve o ligera inconveniencia al proceso, operación u operador.
30	Interrupción Moderada. Pudes ser que una proporción del producto tenga que ser retrabajado en la estación antes de ser procesada. Puedes ser que 100% del producto tenga que ser retrabajado en la estación antes de ser procesada. Puede ser que una proporción del producto tenga que ser retrabajado fuera de la línea. Puedes ser que 100% del producto tenga que ser retrabajado fuera de la línea.
45	Interrupción Significativa. Puede ser que una proporción del producto sea desechado, desviación del proceso primario incluyendo una disminución en la velocidad de la línea o adición de mano de obra Interrupción Mayor. Pudes ser que 100% del producto sea desechado, paro de línea o paro del envío.
60	Falla en el cumplimiento con requerimientos de seguridad y/o regulatorios. No se alcanza indicador de calidad/productividad o se verá afectada la operación segura del colaborador

Fuente. Registro de la empresa

En función de los criterios de evaluación ya mencionados se realizó el análisis de criticidad de los 22 activos que conforman la línea

Combi detallado en la siguiente tabla:

Activo	<u>Severidad Operacional</u>	<u>Severidad de seguridad</u>	Riesgo Potencia Lesiones Personal	Riesgo Potencia Fuego Exposición	Riesgo Potencia Ejecución Tarea	<u>Severidad ambiental</u>	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	<u>Confiabilidad y diseño</u>	<u>Mantenibilidad</u>	<u>Frecuencia de Fallas</u>	<u>Repuestos y Tiempos de Entrega</u>	<u>Severidad en Calidad</u>	Severidad Calidad Efecto Cliente	Severidad Calidad Efecto	Suma de criterios	Criticidad del activo
ETIQUETADORA SIDEL	100	144	48	48	48	60	30	30	100	50	80	80	120	60	60	734	83.03
LLENADORA BOTELLAS SIDEL	100	144	48	48	48	60	30	30	100	50	80	80	120	60	60	734	83.03
SOPLADORA DE BOTELLAS SIDEL	100	144	48	48	48	60	30	30	100	50	80	80	120	60	60	734	83.03
MIXER SIDEL	100	144	48	48	48	60	30	30	100	50	80	80	120	60	60	734	83.03
CAPSULADORA AROL	100	144	48	48	48	60	30	30	100	50	80	80	120	60	60	734	83.03
TERMOENCOGIBLE CERMEX	100	144	48	48	48	60	30	30	100	50	80	80	105	45	60	719	81.33
GENERADOR OZONO PACIFIC OZONE SGA640201	100	144	48	48	48	60	30	30	80	50	80	80	120	60	60	714	80.77
PALETIZADOR ROBOKOLUMN	100	132	48	36	48	60	30	30	80	50	60	80	120	60	60	682	77.15
MESA ACUMULACION BOTELLAS S/ETIQUETA	80	132	48	36	48	60	30	30	80	50	60	60	120	60	60	642	72.62
MESA ACUMULACION BOTELLAS C/ETIQUETA	80	132	48	36	48	60	30	30	80	50	60	60	120	60	60	642	72.62

TRANSPORTADOR BOTELLAS S/ETIQUETA	80	132	48	36	48	60	30	30	80	50	60	60	105	45	60	627	70.93
TRANSPORTADOR BOTELLAS C/ETIQUETA	80	132	48	36	48	60	30	30	80	50	60	60	105	45	60	627	70.93
TRANSPORTADOR PAQUETES	80	120	48	36	36	60	30	30	80	50	60	40	120	60	60	610	69.00
FORMADOR DE CAMA ROBOTSMART RB01	100	84	36	36	12	60	30	30	80	50	60	40	120	60	60	594	67.19
FORMADOR DE CAMA ROBOTSMART RB02	100	84	36	36	12	60	30	30	80	50	60	40	120	60	60	594	67.19
INTERCAMBIADOR DE CALOR (PLACAS)	40	84	36	36	12	60	30	30	80	25	40	40	90	45	45	459	51.92
EQUIPO ESTERILIZADOR UV	40	84	36	36	12	15	15	0	80	25	60	20	105	45	60	429	48.53
INSPECTOR DE NIVEL FT-175	40	48	12	24	12	45	30	15	80	25	60	20	45	15	30	363	41.06
ENVOLVEDORA ROBOPACK	40	60	24	24	12	30	15	15	80	25	60	20	30	15	15	345	39.03
TRANSPORTADOR PALLETS Y CARTON SIDEL	40	84	24	24	36	30	15	15	80	0	40	20	30	15	15	324	36.65
GENERADOR DE OZONO C25011	60	48	12	24	12	30	15	15	40	0	40	60	45	20	25	323	36.54
CODIFICADOR LASER LASETEC	40	48	12	24	12	45	30	15	40	0	40	0	45	45	0	258	29.19
DOSIFICADOR NITROGENO VACUUM BARRIER	40	36	12	12	12	15	15	0	40	25	20	0	75	30	45	251	28.39
ALIMENTADOR DE CARTONES SIDEL	40	36	12	12	12	30	15	15	40	25	20	20	30	15	15	241	27.26
ALIMENTADOR DE TAPAS	40	36	12	12	12	30	15	15	40	0	40	20	30	15	15	236	26.70
ALIMENTADOR DE PREFORMA	20	36	12	12	12	15	15	0	40	25	20	0	75	30	45	231	26.13
TANQUE DE CONTACTO AGUA OZONIZADA	20	36	12	0	24	30	15	15	40	0	20	0	75	30	45	221	25.00
DISTRIBUIDOR DE PREFORMAS	20	36	12	12	12	30	15	15	40	0	40	0	45	15	30	211	23.87
TORRE ENFRIAMIENTO BALTIMORE COMP. AF	20	48	24	12	12	30	15	15	40	0	20	20	0	0	0	178	20.14
SISTEMA PRESION POSITIVA SALA ENVASADO	20	24	12	0	12	30	15	15	0	0	20	0	30	15	15	124	14.03

EQUIPO DESINFECCION CIP	20	48	24	12	12	15	15	0	0	0	0	0	30	15	15	113	12.78
CHILLER EUROKLIMAT	20	36	12	12	12	30	15	15	0	0	20	0	0	0	0	106	11.99

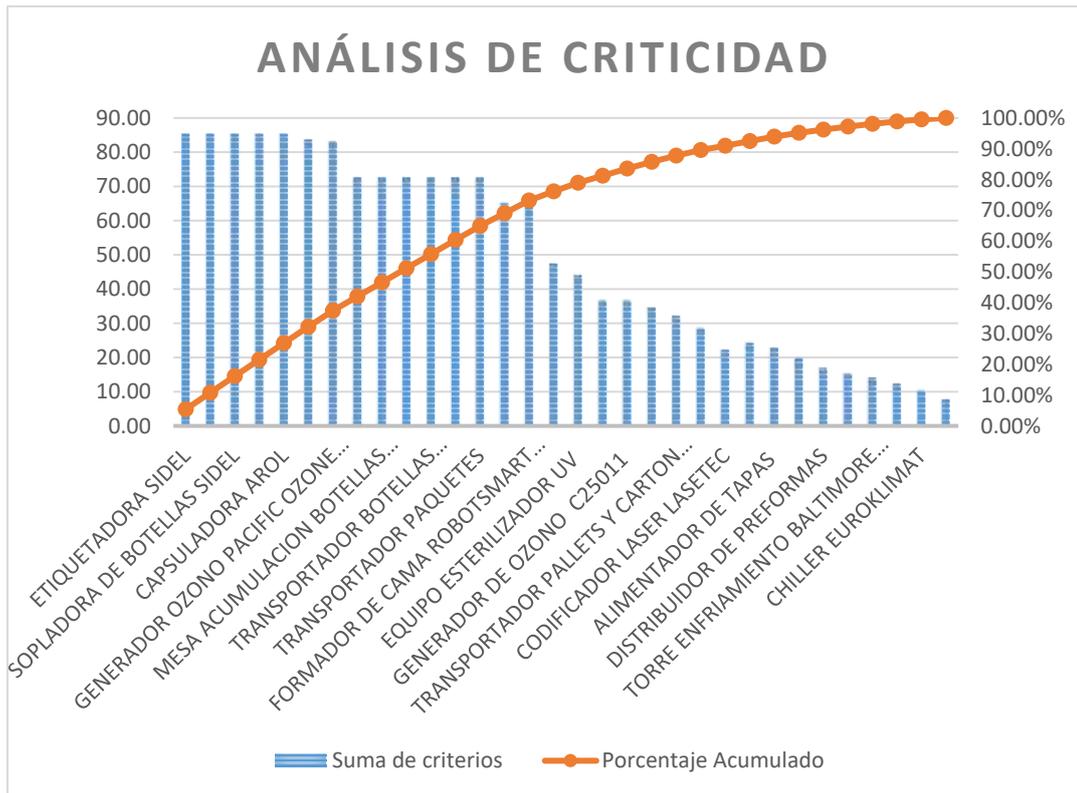
Tabla 14: Análisis de criticidad de activos de la línea Combi.

Fuente: Elaboración Propia



Mediante la herramienta de diagnóstico Pareto se determina a 17 equipos críticos sin embargo por la valoración en criticidad se desarrollaran 7 equipos (llenadora, sopladora, mixer, empaquetador, etiquetadora, capsuladora y generador de ozono); a los cuales se realizará la taxonomía.

Tabla 15: Análisis de Criticidad



Fuente: Elaboración Propia

5.3. Desarrollo de la taxonomía de los equipos determinados como críticos.

A continuación empezaremos a desarrollar la taxonomía de cada uno de los equipos considerados como críticos con la finalidad de lograr un desglose hasta nivel componente.

5.3.1. Desarrollo de taxonomía Llenadora Sidel

Tabla 16: Taxonomía Llenadora Sidel

DESGLOSE LLENADORA SIDEL LÍNEA COMBI				
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente	
Llenadora Eurotrónica FM C	Motorización	Motorización principal	Motor principal	
			Caja reductora principal RV160/20 B5	
			Eje de Cardan D.6480	
			Caja Reductora del basamento	
			ENCODER COMBI RV160	
				Lubricación automática
		Transferencia de Botella	Modulo Intermedio Sopladora-Llenadora	Estrella de traslado botellas
				Comando estrella DP.720 STEP1
				Seguridades
			Estrellas ingreso de botellas	Juego de pinzas altas
				Juego de pinzas bajas
				Sensores presencia botella sopladora-llenadora
				Molinetes de Estrella
				Sistema de refrigeración fondo de botella
			Estrella salida de botellas	Juego de pinzas bajas D26,5
				Molinete de Estrella
				Seguridades
			Juego de manejo formatos	Manejo en Capsulador
				Manejo en Estrella salida Capsulador

	Cinta transportadora Salida Llenadora	Motorreductor
		Transportador de salida
Carrusel	Sección Giratoria	Válvula de llenado
		Conjunto botellas falsas
		Caja Electroneumática de mando válvula de llenado
		Flujómetro
		Tableros Electroneumáticos
		Deposito anular
		sonda de nivel
		Válvula de purga
		Válvula de fin de producción
		sensor de presión
		sonda de temperatura
	Sección Fija	Caja de infrarrojos TX
		Sensor posición válvula N° 1
		Dispositivo inserción botellas falsas
Colector Central	Colector Central Superior	Distribuidor Eléctrico
		Distribuidor Neumático
	Colector Central Inferior	Colector Producto CO2
		Transmisor de presión diferencial
Sistema Eléctrico	Tablero Eléctrico	Zona Seccionadores
		Zona Variadores
		Zona Instrumentación
Auxiliares	Interfaz Operador	Pantalla HMI
		Disco Duro

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2. Desarrollo de taxonomía Sopladora Sidel

Tabla 17: Taxonomía Sopladora Sidel

DESGLOSE SOPLADORA SIDEL LINEA COMBI					
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente		
Sopladora Sidel	Alimentador de Preformas	Dumper de preformas	Motor Principal		
			Reductor corona/sin fin		
			Puños de Bronce		
			Sensor nivel superior		
					Sensor Nivel Inferior
				Tolva principal	Motorreductor principal
					Cinta transportadora de preformas
					Motor tapa de tolva
					Sensor de Nivel de preforma
				Elevador de Preformas	Motorreductor principal
					Variador de Velocidad
					Tambor inferior de transmisión
					Cinta Elevadora de preformas
					Alineadores de tambor inferior
				Fajas Transportadoras	Motorreductores principales
					Cintas Transportadoras
					Tambores
				Mini Tolva	Sensor de nivel alto
					Sensor de nivel bajo
					Cinta elevadora de preformas
				Orientador de preformas	Motorreductor rodillos orientadores
					Poleas dentadas
					Faja dentada
					Variador de velocidad
					Rodillos orientadores
					Faja de reciclado de preformas
					Motorreductor Ordenador de preformas
					Rueda ordenadora de preformas
					Sensor D1 - B102.1
					Sensor D2
					Sensor D3 - B102.0
					Sensor D5 -B105.0
					Eyección preformas
					Sensor nivel bajo preformas en riel - B10.6
					Sensor Nivel alto preformas en riel - B10.5

Transporte de preforma en Sopladora	Ingreso de preformas	Rueda de entrada con muescas
		Pistón de ingreso de preformas
		Riel de entrada
		Rueda de desempolvado
		limitadores de par (rueda de carga)
		Swich de limitador de par
	Transferencia de preformas	Brazos de transferencia de preformas
		Brazos de transferencia de botellas
		Sensor de presencia de brazos de preformas
		Sensor de presencia de brazos de botellas
		Eyector de preformas
		Eyector de botellas
Calentamiento de preforma	Hornos	Lámparas Infrarrojas
		Módulos de control de potencia de lámparas
		Reflectores acanalados delanteros
		Reflectores acanalados posteriores
		reflectores cerámicos
		termocupla de temperatura de hornos
		termocupla de temperatura ventilación de hornos
	Refrigeración en hornos	Motor de campana extractora
		Variador de velocidad campana extractora
		Ventilador de lámparas
		Ventiladores de Hornos
		Variador de velocidad de ventilación de hornos
		Regletas de refrigeración
		Mangueras de refrigeración
		Bomba de agua de refrigeración en hornos
		Electrovalvula de ingreso de agua a regletas
		Caudalímetro de agua de hornos
		Termocupla de temperatura de agua en regletas
Rueda de Soplado	Sistema de estirado	Varilla de estirado
		Pistón de estirado
		Rotula de estirado
		Carro corredera de estirado
		Electrovalvula de estirado
		Guía lineal de estirado
		Silenciador de estirado
		Válvula antirretorno
		Amortiguador de impacto
		Tope de estirado
	Sistema de soplado	Colector eléctrico

	Encoder principal
	Racor de aire
	Racor de agua
	Motorreductor principal
	Variador de velocidad de motor principal
	EV de mando soplado
	Manorreductores de EV mando soplado
Portamolde	Unidad portamolde
	Amortiguador de impacto
	Junta de compensación
	Muelles de compensación
	Electrovalvula de compensación
	Esparrago de compensación
Sistema de tobera	Silenciador de alta presión
	Electrovalvula de presoplado
	Electrovalvula de soplado
	Electrovalvula de recuperación
	Electrovalvula de desgasificación
	Electrovalvula de mando de tobera
	Tobera equipada
Recuperación de Aire	Válvula de distención de recuperación
	Electrovalvula de seguridad
	Electrovalvula proporcional
	Sensor de presión 40 bar
Refrigeración de Molde	Válvula de bola de ingreso de agua cuerpos
	Válvula de bola salida de agua cuerpos
	Válvula de bola ingreso de agua fondos
	Válvula de bola salida de agua fondos
	Caudalímetro de agua cuerpos
	Caudalímetros agua fondos
	Mangueras de refrigeración cuerpos
	Mangueras de refrigeración fondos
	Manifull de agua cuerpos
	Manifull de agua fondos
	Conectores rápidos de agua hembra
	Conectores rápidos de agua machos
Sistema de Freno	Disco de freno
	Electrovalvula de seguridad freno
	Pistones actuadores de freno
Sistema de Mando Sopladora	PLC principal de soplado

	Reles cierre de señales
	Disco duro PCC
	Climatizador PCC
	Cable Ethernet
	Enchufe Ethernet
	Climatizador Armario principal

Fuente: Elaboración Propia



5.3.3. Desarrollo de taxonomía Etiquetadora Sidel

Tabla 18: Taxonomía Etiquetadora Sidel

DESGLOSE ETIQUETADORA A SIDEL - L3 COMBI							
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente				
Etiquetadora	Sistema de Ingreso Etiquetadora A	Bloque de Botella en la Entrada	Sin Fin				
			Guía de Ingreso				
			Servomotor				
			Regulador de altura sinfín				
			Regulador de acercamiento sinfín				
			Cinta transportadora				
			Sensor reflectivo				
			Reflejante				
			Sensor inductivo				
			Sprocket				
			Guía de estrella				
			Estrella de transferencia (E1)				
			Estrella entrada a carrusel (E2)				
	Carrusel			Sensor reflectivo estrella de transferencia			
				Gatos			
				Leva de gatos			
				Servomotor de elevación de carrusel			
				Motor principal			
				Platillos			
				Transmisión por poleas			
				Conjunto de Etiquetado (B)	Grupo Alimentación De Etiqueta		Bobina porta etiqueta
							Freno magnético de bobinas
							Rodillo tensor de etiqueta
							Sensor de muesca 1
	Empalmadora automático						
	Rodillos de paso de etiqueta						
	Encoder						
Alineador de altura de etiqueta							
Grupo de Corte			Rodillo de tracción				
			Rodillo de goma				
			Rodillo de alineación				
			Sensor de muesca 2				
			Succión de vacío en cascos				
			Cascos de corte bipartido				
Transferencia De Etiquetado			Cuchilla de corte fija				
			Cuchilla de corte móvil				
			Pistones de rodillo tracción				
			Electrovalvula de pistones de rodillo de tracción				
			Válvulas de vacío				
			Encoder				
			Bomba de aceite				
			Plato de tambor				

		Sensor inductivo (separación del sistema)
		Tambor de Vacío
		Presión de aire del tambor de vacío
		Sistema de lubricación manual
	Sistema de Engomado	Bomba de goma
		Rascador de goma
		Distribuidor de goma
		Depósito de goma
		Cuchilla de extracción de etiqueta
		Sistema de lubricación manual
		Pistón de sistema de engomado
		Conjunto del rodillo de goma
		Resistencias eléctricas
		Filtro de goma
		Sensores de temperatura y de nivel de goma
		Mangueras de goma
		Motor de bomba de goma
Sistema Salida de Botella (C)	Sistema de Rechazo de Botella	Sensores de rechazo
		Inspector eléctrico de rechazo
		Pateador de botella
		Cinta de transporte
	Transporte de Salida	Sprocket
		Polines (Rodillos)
		Estrella de salida (E3)
		Sensor de salida
		Motorreductor
		Compuerta de acumulación de botella
Sistema Eléctrico	Tablero Eléctrico	PLC
		Módulo de Pils
		Driver
		Panel de operador
Sistemas Auxiliares	Sistema De Lubricación	Depósito de lubricación automatizada
		Bomba de inyección de grasa
		Tuberías de lubricación
	Sistema Neumático	Válvula ingreso de aire
		Unidad de mantenimiento
		Válvulas proporcionales
		Grupo de mangueras
		Acumulador de aire rechazador de botella
	Sistema De Vacío	Bomba de vacío
		Válvula de apertura de aire
		Válvula principal de vacío
		Mangueras principales de vacío

Fuente: Elaboración Propia

5.3.4. Desarrollo de taxonomía Empacador Cermex

Tabla 19: Taxonomía Empacador Cermex

DESGLOSE EMPACADOR CERMEX – LÍNEA COMBI			
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente
CERMEX	Transporte de Ingreso	Detección de producto	Sensor de presencia de botella
			Conjunto de detección lateral
	Banda modular de ingreso		Vibradores 1 y 2
			Conjunto de 8 corretores
			Soportes chapas transportador 1275mm
			Banda modular
			Eje de transmisión
			Motorreductor
			Agrupador y Secuenciador de Productos
	Corredores		
	Agrupador de botellas		Pantógrafo
			Servomotor del ciclador
			Transmisión del ciclador
			Barras de ciclador
			Guías regulables
			Tapete ciclador
			Servomotor tapete
			Chapa teflón
	Debobinador y Dosificador de Film	Mesa de aspiración	Sistema de fajas
			Tren de transmisión
			Servomotor de fajas
			Cuchilla de corte
			Servomotor de cuchilla
Sensor de detección de film			
Debobinador			Motor porta bobina "A"
			Soporte de bobina "A"
			Sensor de detección de bobina "A"
			Motor porta bobina "B"
	Sensor de detección de bobina "B"		

		Barra soldadura de film
		Balancín
Recubrimiento	Transporte de Recubrimiento	Tapete de recubrimiento
		Servomotor del tapete
		Tren de transmisión de tapete
		Rodillos de tracción de tapete
		Malla metálica de transferencia al horno
		Sensor de tránsito de botellas
		Sensor de film en grupo de botellas
	Ciclador de recubrimiento	Servomotor ciclador
		Tren transmisión de ciclador
		Regulador de altura de barras
		Barra ciclador 72 dientes
		Balancín tensador de cadena
Túnel Termocontraible	Calentamiento	Conjunto de resistencias Zona 1, 2, 3 y 4
		Conjunto de ventiladores Zona 1, 2, 3, y 4
		Ventiladores de Film
		Ventilador enfriador de la manta metálica
	Transporte del Horno	Motorreductor de manta
		Tapete de malla metálica
		Sensor de paquetes
Auxiliares	Tablero eléctrico L7-TE35	Cooler de enfriamiento del tablero
		Servoaccionamiento ACOPOS U100
		Servoaccionamiento ACOPOS U1-U2
		Servoaccionamiento ACOPOS U3
		Servoaccionamiento ACOPOS U4
		Servoaccionamiento ACOPOS U11_U12
		Servoaccionamiento ACOPOS U13
		Servoaccionamiento ACOPOS U14_U15
	Tablero eléctrico L7-TE37	Variador U51
		Variador U53
	Interfaz operador	Panel HMI BYR

Fuente: Elaboración Propia

5.3.5. Desarrollo de taxonomía Mixer Proporcionador Sidel

Tabla 20: Taxonomía Mixer Sidel

DESGLOSE MIXER SIDEL – LÍNEA COMBI					
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente		
MIXER	Sistema de Abastecimiento	Ingreso de Agua	Filtro UV		
			Actuador AVN301		
			Actuador AVN302		
			Actuador AVN303		
			Actuador AVN314		
			Actuador AVN323		
			Flujómetro FTN301		
			Bomba de circulación PPN301		
			Válvula moduladora RMM301		
			Sensor de temperatura		
			Sensor de presión PTN313		
			Sensor de nivel LTN301		
			Válvula moduladora RVM302		
			Ingreso de Jarabe	Actuador AVP361	
				Válvula moduladora RVP303	
				Sensor de nivel LTP303	
				Actuador AVP316	
				Actuador AVP324	
				Bomba de circulación PPP302	
				Flujómetro FTP302	
				Válvula moduladora RMP302	
				Actuador AVP344	
				Actuador AVP315	
				Actuador AVM345	
				Actuador AVM322	
				Sensor de temperatura	
				Ingreso CO2 y Aire Estéril	Actuador AVM341
					Actuador AVM396
					Unidad de mantenimiento PCM306
					Flujómetro Endrees & Hausser Promass F
					Válvula moduladora RMM303
					Actuador AVM326
					Actuador AVM398
			Válvula moduladora RVM301		

		Actuador RVN304
		Actuador AVN328
		Actuador AVM387
Mezcla	Mezcla Jarabe - Agua	Actuador AVM308
		Actuador AVM327-328-329
		Actuador AVM348
		Actuador AVM315
		Actuador AVM309
		Bomba de envío PPM303
		Bomba de circulación PPM306
		Analizador MASELLI UC-05 CO2 ANALIZER
		Analizador MASELLI UR-22 BRIX/DIET ANALIZER
		Actuador AVM387
Desaireación	Desaireación	Bomba de vacío PPN304
		Actuador AVN395
		Actuador AVN318
		Manómetro
Sistema de Enfriamiento	Ingreso de Glicol	Actuador AVN370
		Actuador AVN371
		Manómetro
		Válvula moduladora Spirax Sarco
	Intercambiador de Calor	Unidad de enfriamiento GEA ECOFLEX GMBH
Sistema de Alimentación	Sistema eléctrico de Fuerza	Seccionador principal
		Variador Danfoss 0166U1
		Variador Danfoss 0169U1
		Variador Danfoss 0163U1
		Variador Danfoss 0160U1
		Guardamotores
		Supresor de sobre voltaje
	Sistema eléctrico de Mando	Fuente de 24 V
		PLC SIEMENS S7-300
		Bloques I/O SIEMENS
		Switch Phoenix Contact
		Panel PC

Fuente: Elaboración Propia

5.3.6. Desarrollo de taxonomía Generador de Ozono Pacific.

Tabla 21: Taxonomía Generador de Ozono Pacific.

DESGLOSE GENERADOR DE OZONO PACIFIC - LINEA COMBI			
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente
Generador de Ozono	Etapa Pre-Mezcla	Tratamiento de ingreso de aire	Filtro Coalescente 0.01 micras
			Unidad de mantenimiento
			Electrovalvula solenoide
			Manómetro de presión de ingreso 0-60psi.
		Ozonizador	Electrovalvula solenoide
			Manómetro presión de reactor (0-15 psi)
			Regulador-medidor de flujo de oxígeno
			Medidor de voltaje de referencia
			Concentrador de Oxígeno
			Reactor de Ozono
			Controlador ROSEMOUNT 1056
			Fuente de alto voltaje
			Potenciómetro regulador (10Kohm)
	Inyector (Venturi)		
	Inyección a Presión de Ozono	Sensor de Nivel	
		Variador de velocidad ABB	
		Bomba centrífuga 440v/11.5A/7.5Kw.	
		Actuador neumático	
		Sensor de ozono disuelto	
	Destrucción de Ozono	Resistencia	
		Catalizador MnO2 / CuO	
	Etapa Contacto	Tanque de Contacto (Germicida)	Controlador lógico programable (PLC)
			Interfaz Máquina Hombre (HMI)
Sensor nivel			
Control de Recirculación		Variador de velocidad ABB	
		Bomba centrífuga 440v/18.5A/11Kw.	

Fuente: Elaboración Propia

5.3.7. Desarrollo de taxonomía Capsulador AROL.

Tabla 22: Taxonomía Capsulador AROL

DESGLOSE CAPSULADOR AROL - LINEA COMBI			
Nivel Equipo	Nivel Sistema	Nivel Ensamble	Nivel Componente
Capsulador	Transmisión	Transmisión principal	Transmisión sistema capsulado
	Dosificador de tapas	Sistema Buffer	Soportes "H"
			Disco buffer
			Pistón trabador de tapas
	Conjunto Nivel Tapas		Carrilera
			Sistema neumático
			Detección de tapas
	Carrusel Capsulador		Grupo cabezales
			Grupo pistones
			Grupo centrador botella (cuchillas anti rotacionales)
	Auxiliares	Sistemas Auxiliares	Sensores seguridad altura carrusel
			Sensores falta de tapas
			Sensor altura tapas tolva disco selector

Fuente: Elaboración Propia

Al culminar la taxonomía de los equipos obtenemos un listado de los componentes que conforman cada equipo crítico.

A continuación se procede al análisis de criticidad de cada componente basado en los criterios de evaluación ISO 31000 Gestión de Riesgos – Principios y Guías, anteriormente mencionados.

5.4. Determinación del nivel de criticidad de los componentes de cada equipo.

Se determina la criticidad de cada componente por equipo.

5.4.1. Desarrollo de Criticidad Llenadora Sidel

Tabla 23: Criticidad Llenadora Sidel

NIVEL ENSAMBLE	COMPONENTE	FUNCIÓN	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones Personal	Riesgo Potencia Fuego Exposición	Riesgo Potencia Ejecución Tarea	Severidad ambiental	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	Confiability y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Repuestos y Tiempos de Entrega	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto Cliente	Severidad Calidad Efecto	Suma de criterios	Criticidad del componente
Estrella de ingreso de botellas	Juego de pinzas altas D26,5	Su función es sujetar las botellas por el finish (sopladora-llenadora)	60	48	24	0	24	0	0	0	100	0	80	80	90	45	45	458	51.81
Estrella de ingreso de botellas	Juego de pinzas bajas D26,5	Su función es sujetar las botellas por el finish (sopladora-llenadora)	60	48	24	0	24	0	0	0	100	0	80	80	90	45	45	458	51.81
Estrella de salida de botellas	Juego de pinzas bajas D26,5	Su función es sujetar las botellas por el finish (sopladora-llenadora)	60	48	24	0	24	0	0	0	100	0	80	80	90	45	45	458	51.81
Sección giratoria	Válvula de llenado	Dosificar el ingreso de bebida a la botella en la medida especificada en el formato programado	80	40	16	0	24	0	0	0	100	25	60	40	105	60	45	450	50.905
Colector Central Superior	Distribuidor eléctrico	Conexión eléctrica a través de un ensamblaje rotativo, que va en la parte superior del carrusel. Proporciona señales eléctricas para electroválvulas y sondas.	60	48	0	24	24	0	0	0	100	25	20	80	105	60	45	438	49.5475
Motorización principal	Comando ENCODER de seguridad P.141	El encoder es un transductor rotativo, que mediante una señal eléctrica sirve para indicar la posición angular de	100	48	24	0	24	75	15	60	100	25	20	60	0	0	0	428	48.4163

		un eje, velocidad y aceleración del rotor de un motor.																	
Colector Central Superior	Distribuidor Neumático	Conexión neumática a través de un ensamblaje rotativo, que va en la parte superior del carrusel, alimenta aire al carrusel.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	25	20	80	105	60	45	414	46.8326
Motorización principal	Eje de Cardan D.6480	Su función es transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pesar de un ángulo distinto.	20	24	0	0	24	75	15	60	80	25	20	60	105	60	45	409	46.267
Motorización principal	ENCODER COMBI RV160	El encoder es un transductor rotativo, que mediante una señal eléctrica sirve para indicar la posición angular de un eje, velocidad y aceleración del rotor de un motor.	100	24	0	0	24	75	15	60	100	25	20	60	0	0	0	404	45.7014
Motorización principal	Conjunto de lubricación automática	Un sistema de lubricación centralizada suministra constantemente y a ciertos intervalos lubricante a las partes necesarias con la máquina trabajando y todos estos últimos en movimiento.	80	48	24	0	24	40	25	15	100	25	0	0	105	60	45	398	45.0226
Motorización principal	caja reductora principal RV160/20 B5	Cuerpos compactos formados por uno o varios pares de engranajes que ajustan la velocidad y la potencia mecánica de aparatos y máquinas que funcionan con un motor, y que precisan que la velocidad del motor se adapte a la velocidad para que funcione.	100	48	0	0	48	75	15	60	100	50	20	0	0	0	0	393	44.457
Motorización principal	Caja Reductora del basamento	Transmite potencia mecánica a las ruedas dentadas (estrellas de transferencia botellas y capsulador).	100	48	0	0	48	75	15	60	100	50	20	0	0	0	0	393	44.457
Sección giratoria	Caja Electroneumática de mando válvula de llenado	Controla las etapas o el ciclo de llenado	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	80	105	60	45	390	44.1176
Sección giratoria	Flujómetro	Realiza la medición exacta del volumen en ml según el formato de botella programada.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	80	105	60	45	390	44.1176
Colector Central Inferior	Transmisor de presión Diferencial	Los transmisores de presión diferencial son instrumentos prácticos que miden la diferencia entre dos niveles de presión en líquidos.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	0	20	80	105	60	45	389	44.0045
Sección giratoria	sonda de nivel	Realiza la medición de nivel en el depósito anular.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	0	80	105	60	45	349	39.4796
Sección giratoria	Válvula de purga	Realiza la purga periódica en depósito anular del carrusel.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	0	80	105	60	45	349	39.4796

Sección giratoria	Sensor de presión	Sensor que mide el valor de presión o la variación de la misma y lo convierte en una señal eléctrica para el control de presión en el depósito anular.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	0	80	105	60	45	349	39.4796
Sección giratoria	Sonda de temperatura	Usan una sonda para monitorear la temperatura del producto en el depósito anular	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	0	80	105	60	45	349	39.4796
Módulo intermedio Sopladora-Llenadora	Comando estrella DP.720 STEPI	Mediante los engranajes realiza la transmisión de movimiento	60	24	0	0	24	60	0	60	100	25	20	20	15	0	15	324	36.6516
Estrella de ingreso de botellas	Molinetes de estrella	Es el armazón de soporte de pinzas y engranajes	60	24	0	0	24	60	0	60	100	25	0	40	15	0	15	324	36.6516
Estrella de salida de botellas	Molinetes de estrella	Es el armazón de soporte de pinzas y engranajes (salida de llenadora ingreso capsuladora)	60	24	0	0	24	60	0	60	100	25	0	40	15	0	15	324	36.6516
Motorización principal	Lubricación automática	Encargado de lubricar las partes móviles de sistema de transmisión, colectores de bebida.	60	24	0	0	24	75	15	60	100	0	20	0	30	15	15	309	34.9548
Motorización principal	motor principal	Motor eléctrico controlado por un convertidor, controla la velocidad de producción. Mediante correas trapezoidales transmite movimiento al eje veloz del reductor principal.	100	48	0	0	48	15	15	0	100	25	20	0	0	0	0	308	34.8416
Tablero eléctrico	Zona Variadores	Un variador de frecuencia es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna, mediante el cual se regula la velocidad de producción.	60	48	0	24	24	0	0	0	100	0	0	80	15	0	15	303	34.276
Tablero eléctrico	Zona Instrumentación	Grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste. En la medición, regulación, observación, transformación y ofrece seguridad.	60	48	0	24	24	0	0	0	100	0	0	80	15	0	15	303	34.276
Módulo intermedio Sopladora-Llenadora	Estrella de traslado de botellas	Realiza la transferencia de botellas de Sopladora hacia la llenadora	60	24	0	0	24	60	0	60	100	0	20	20	15	0	15	299	33.8235
Sección giratoria	Deposito anular	Depósito de bebida en parte de carrusel	40	24	0	0	24	0	0	0	100	25	0	0	105	60	45	294	33.2579

Cinta transportadora salida de botellas	Motorreductor	El motorreductor tiene un motor acoplado directamente, que transmite potencia mecánica directamente al sproker y cadena de tablillas (salida de capsuladora).	60	48	0	24	24	0	0	0	100	25	20	20	15	0	15	288	32.5792
Interfaz Operador	Pantalla HMI	Mediante un toque directo con el dedo sobre su superficie permite la entrada de datos y órdenes al dispositivo, y a su vez muestra los resultados introducidos previamente; actúa como periférico de entrada y salida de datos.	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	80	15	0	15	280	31.6742
Interfaz Operador	Disco Duro	La unidad de disco duro o unidad de disco rígido es el dispositivo de almacenamiento de datos que emplea un sistema de grabación magnética para almacenar archivos digitales.	60	0	0	0	0	0	0	100	25	0	80	15	0	15	280	31.6742	
Colector Central Inferior	Colector producto,CO2, retorno	Suministra al carrusel las alimentaciones de producto ,CO2	60	0	0	0	0	60	30	30	80	0	20	60	0	0	0	280	31.6742
Sección fija	Caja de Infrarrojos TX	Comunicación por medio de luz en la gama de los infrarrojos.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	20	80	15	0	15	279	31.5611
Cinta transportadora salida llenadora	transportador de salida	Se encarga de retirar las botellas de la llenadora hacia el siguiente ciclo.	40	48	0	24	24	0	0	0	100	25	20	20	15	0	15	268	30.3167
Unidad de formación Espuma	Tablero Eléctrico	Es el principal en toda instalación eléctrica, en ellos van montados los dispositivos de protección y maniobra que protegen los alimentadores.	80	24	0	0	24	0	0	0	100	24	20	0	15	0	15	263	29.7511
Módulo intermedio Sopladora-Llenadora	Seguridades	Su función es actuar ante un sobreesfuerzo, apertura de compuerta o guarda provocando la detención de máquina.	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	20	60	15	0	15	259	29.2986
Sección giratoria	Válvula de fin de producción	Actúa al finalizar la producción	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	0	80	15	0	15	259	29.2986
Sección fija	Sensor de posición válvula de llenado N° 1	Sensor que detecta la posición de inicio de llenado	40	24	0	0	24	0	0	0	100	25	20	0	15	0	15	224	25.3394
Tablero eléctrico	Zona Seccionadores	Llaves principales de distribución de energía eléctrica	60	48	0	24	24	0	0	0	100	0	0	0	15	0	15	223	25.2262
Estrella de ingreso de botellas	Refrigeración fondo de botella	Mantienen a una temperatura baja los fondos de botella en productos carbonatados	60	24	0	0	24	0	0	0	100	0	20	0	15	0	15	219	24.7738
Sección fija	Dispositivo inserción botellas falsas	Dispositivo que se acciona en modo CIP	40	0	0	0	0	60	30	30	0	0	20	80	0	0	0	200	22.6244

Juego de Manejo Formatos	Manejo en Capsulador	Transportar las botellas carga y descarga de carrusel, capsuladora, (salida de llenadora).	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	40	90	45	45	190	21.4932
Juego de Manejo Formatos	Manejo en Estrella salida Capsulador	Transportar las botellas carga y descarga de carrusel, capsuladora a salida de llenadora.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	40	90	45	45	190	21.4932
Sección giratoria	Sistema botellas falsas	Su función es tapar la válvula de llenado en modo CIP (saneado)	20	0	0	0	0	30	0	30	0	0	0	20	80	0	0	0	150	16.9683
Sección giratoria	Tableros Electroneumáticos	Donde se encuentra toda la instrumentación electrónica y neumática	40	24	0	24	0	30	30	0	0	0	0	20	20	0	0	0	134	15.1584
Colector Central Inferior	Tuberías y accesorios	Suministra al carrusel las alimentaciones de producto, CO2 hacia el tanque rotante y retorno.	40	0	0	0	0	30	0	30	0	0	0	20	20	0	0	0	110	12.4434
Estrella de ingreso de botellas	Sensores presencia botella sopladora-llenadora	Se encargan de verificar las botellas que ingresan al carrusel.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	80	9.04977
Estrella de salida de botellas	Seguridades	Sensor salida de botellas y expulsor, se encargan de verificar las botellas que salen del carrusel.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	80	9.04977

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Desarrollo de Criticidad Sopladora Sidel

Tabla 24: Criticidad Sopladora Sidel

NIVEL ENSAMBLE	COMPONENTE	FUNCIÓN	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones Personal	Riesgo Potencia Fuego Exposición	Riesgo Potencia Ejecución Tarea	Severidad ambiental	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	Confiabilidad y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Falas	Repuestos y Tiempos de Entrega	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto Cliente	Severidad Calidad Efecto	Suma de criterios	Criticidad del componente
Sistema de soplado	Motorreductor principal	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento de rueda de soplado, Es el sistema de transmisión que ponen en rotación y sincronizan los elementos de la máquina .Arrastra el reductor de par cónico, el árbol de salida del reductor, arrastra vías las correas, los elementos de la máquina	100	96	24	24	48	60	30	30	80	50	20	40	90	45	45	536	60.6335
Portamolde	Unidad portamolde	Unidad donde se alojan los moldes o coquiles de los diferentes formatos.	60	72	24	0	48	0	0	0	100	50	60	60	90	45	45	492	55.6561
Transferencia de preformas	Brazos de transferencia de preformas	Realiza la transferencia de preformas del horno hacia los moldes en rueda de soplado.	60	72	24	0	48	0	0	0	100	50	60	20	90	45	45	452	51.1312
Transferencia de preformas	Brazos de transferencia de botellas	Realiza la transferencia de botellas de la rueda de soplado hacia salida sopladora.	60	72	24	0	48	0	0	0	100	50	60	20	90	45	45	452	51.1312
Sistema Mando Sopladora	PLC principal de soplado	Controlador Lógico Programable, computadora usada en la automatización industrial, para automatizar los procesos electromecánicos de la Sopladora.	100	72	0	24	48	0	0	0	100	50	20	40	60	30	30	442	50
Sistema de soplado	Colector eléctrico	Mediante un racor giratorio se transmite energía eléctrica a la parte giratoria de la sopladora.	60	108	36	24	48	0	0	0	80	50	20	60	60	30	30	438	49.5475
Hornos	Módulos de control de potencia de lámparas Infrarrojas	Regulan la potencia de las lámparas Infrarrojas en forma automática.	60	96	24	24	48	0	0	0	60	50	20	60	60	30	30	406	45.9276

Refrigeración en hornos	Motor de campana extractora	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento de campana extractora de calor del horno hacia el exterior.	60	84	24	24	36	15	15	0	80	50	20	40	45	30	15	394	44.5701
Sistema de soplado	Variador de velocidad de motor principal	Es un sistema para el control de la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor principal.	100	96	24	24	48	0	0	0	40	50	20	40	45	15	30	391	44.2308
Sistema Mando Sopladora	Climatizador Armario principal	Se encargan de la refrigeración del tablero eléctrico principal.	60	96	24	24	48	30	0	30	40	25	20	40	75	45	30	386	43.6652
Sistema Mando Sopladora	Disco duro PCC	La unidad de disco duro o unidad de disco rígido es el dispositivo de almacenamiento de datos que emplea un sistema de grabación magnética para almacenar archivos digitales. Del panel PCC.	100	0	0	0	0	0	0	0	100	50	20	40	75	45	30	385	43.552
Ingreso de preformas	Rueda de desempolvado	Inyecta aire al interior de preforma para retirar el polvo del interior de preformas.	40	48	24	0	24	0	0	0	80	50	40	20	90	45	45	368	41.629
Sistema de soplado	Racor de aire	Mediante un racor giratorio se transmite aire a la parte giratoria de la sopladora.	80	24	24	0	0	0	0	0	80	25	20	60	75	30	45	364	41.1765
Sistema Mando Sopladora	Climatizador PCC	Se encargan de la refrigeración del tablero eléctrico del panel PCC.	60	72	0	24	48	30	0	30	40	25	20	40	75	45	30	362	40.9502
Sistema de estirado	Varilla de estirado	Estira la preforma calentada por la parte interior.	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	40	20	90	45	45	359	40.6109
Sistema de soplado	Racor de agua	Mediante un racor giratorio se transmite agua hacia la parte giratoria de la Sopladora.	60	0	0	0	0	30	0	30	80	25	20	60	75	30	45	350	39.5928
Orientador de preformas	Sensor D1 - B102.1	Sensor de atascamiento en rodillos.	40	24	0	0	0	0	0	0	60	25	0	20	30	15	15	349	39.4796
Orientador de preformas	Sensor D5 -B105.0	Sensor conteo de preformas.	40	24	0	0	0	0	0	0	60	25	0	20	30	15	15	349	39.4796
Sistema de estirado	Pistón de estirado	Acciona mecánicamente por ingreso o retiro de aire en el pistón de varilla de estirado de cada puesto de soplado.	60	24	24	0	0	0	0	0	100	25	40	40	60	15	45	349	39.4796
Hornos	lámparas Infrarrojas	Lámparas infrarrojas especiales están diseñadas específicamente para el calentamiento de preformas de PET en máquinas de moldeo por soplado y estiramiento.	40	108	24	36	48	0	0	0	40	25	40	20	75	30	45	348	39.3665
Sistema de freno	Disco de freno	El freno de disco es un sistema de frenado en el cual una parte móvil (el disco) solidario con la rueda que gira es sometido al rozamiento de unas superficies de alto coeficiente de fricción (las pastillas) que ejercen sobre ellos una fuerza en movimiento, en calor, hasta detenerlo o reducir su velocidad. El sistema de frenado es de abertura neumática y de cierre por falta de aire.	80	0	0	0	0	15	0	15	40	50	40	60	60	30	30	345	39.0271

Refrigeración en hornos	Bomba de agua de refrigeración en hornos	Crea la presión en el lado de salida de la bomba, que empuja el agua a través de la tubería hacia los hornos de calentamiento.	60	24	24	0	0	30	0	30	40	50	20	40	75	45	30	339	38.3484
Elevador de Preformas	Motorreductor principal	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento de elevación de cinta elevadora.	60	84	24	24	36	60	30	30	40	25	20	0	45	15	30	334	37.7828
Sistema de soplado	Encoder principal	Encoder convierten el movimiento en una señal eléctrica que transmite al PLC.se comunica con llenadora para sincronizar las velocidades de ambos en modo Combi.	60	0	0	0	0	0	0	0	80	50	20	60	60	30	30	330	37.3303
Fajas transportadoras aéreas	Motorreductores principales	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento transporte de preformas en cintas transportadoras aéreas.	60	60	0	24	36	45	30	15	40	25	20	0	45	15	30	295	33.371
Sistema de tobera	Tobera equipada	Conjunto de tobera donde ingresa el aire de presoplado, soplado y desgasificación.	40	24	24	0	0	0	0	0	80	25	40	40	45	15	30	294	33.2579
Tolva Principal	Motorreductor principal	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento transporte de preformas en tolva.	60	48	24	24	0	60	30	30	40	25	20	0	30	0	30	283	32.0136
Refrigeración en hornos	Ventiladores de Hornos	Realiza la ventilación de la parte interior de los hornos de penetración y distribución para una mejor distribución del calentamiento en las preformas.	60	72	24	0	48	15	15	0	40	25	20	20	30	15	15	282	31.9005
Fajas transportadoras aéreas	Cintas Transportadoras	Transporte de preforma hacia minitolva.	40	48	12	0	36	0	0	0	80	25	20	20	45	15	30	278	31.448
Dumper de Preformas	Motor Principal	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento de elevación y retorno de dumper.	80	96	24	24	48	0	0	0	40	25	20	0	15	0	15	276	31.2217
Hornos	Termocupla de temperatura de hornos	Mide la temperatura en la parte superior de hornos de distribución.	60	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	40	45	15	30	270	30.543
Sistema de tobera	Electrovalvula de mando de tobera	Acciona la subida y bajada de tobera, para la liberación o sellado de finish de preforma/botella (Cilindro de tobera y electroválvula TORNADO).	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	40	40	45	15	30	270	30.543
Dumper de Preformas	Reductor corona/sin fin	Disminución de velocidad, transmisión mecánica, elevación y retorno de dumper.	80	48	0	0	48	45	30	15	40	25	0	0	15	0	15	253	28.6199
Hornos	Termocupla de temperatura ventilación de hornos	Mide la temperatura de ventilación de hornos.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	40	45	15	30	250	28.2805
Refrigeración en hornos	Regletas de refrigeración	Cumple la función de refrigerar la parte de finish al momento de pasar por los hornos de penetración y distribución.	60	0	0	0	0	0	0	0	0	50	20	40	75	45	30	245	27.7149
Refrigeración de molde	Conectores rápidos de agua machos	Conectar en forma rápida sin llaves las mangueras de agua de refrigeración.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	40	60	30	30	245	27.7149

Refrigeración en hornos	Variador de velocidad campana extractora	Es un sistema para el control de la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor de la campana extractora.	60	48	24	24	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	243	27.4887
Elevador de Preformas	Cinta Elevadora de preformas	Transportar la preforma desde tolva hasta fajas aéreas.	40	24	0	0	24	0	0	0	0	80	25	20	0	45	15	30	234	26.4706
Sistema de tobera	Electrovalvula de presoplado	Acciona el ingreso de aire de presoplado al ciclo de soplado (electroválvula tornado).	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	40	45	15	30	230	26.0181
Sistema de tobera	Electrovalvula de soplado	Acciona el ingreso de aire de alta presión al ciclo de soplado (electroválvula tornado).	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	40	45	15	30	230	26.0181
Sistema de tobera	Electrovalvula de recuperación	Acciona la válvula para recuperación de aire de alta presión. (Electroválvula tornado).	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	40	45	15	30	230	26.0181
Sistema de tobera	Electrovalvula de desgasificación	Acciona para expulsar el aire hacia el medio ambiente mediante el silenciador (electroválvula tornado).	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	40	45	15	30	230	26.0181
Sistema de estirado	Carro corredera de estirado	Sujeta el conjunto de la varilla de estirado y se desplaza en el riel y leva de estirado.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	40	60	30	30	225	25.4525
Portamolde	Junta de compensación	La función que tiene es sellar la cámara de compensación al ingresar aire de alta presión, Realiza la contrapresión al soplado de botella.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	20	60	30	30	225	25.4525
Refrigeración de molde	Conectores rápidos de agua hembra	Conectar en forma rápida sin llaves las mangueras de agua de refrigeración.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	40	60	30	30	225	25.4525
Elevador de Preformas	Variador de Velocidad de Motorreductor principal	Controlar potencia, velocidad y seguridades del motorreductor.	60	48	24	24	0	0	0	0	0	40	25	20	0	30	15	15	223	25.2262
Minitolva	Cinta elevadora de preformas	Transporta la preforma desde minitolva hasta orientador de preformas.	60	36	0	0	36	0	0	0	0	40	25	0	20	30	15	15	211	23.8688
Tolva Principal	Cinta Transportadora de preformas	Transporte de preformas en tolva.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	0	45	15	30	210	23.7557
Sistema de estirado	Amortiguador de impacto	Amortiguan el golpe o impacto al momento de cerrar o abrir el portamolde y al bajar el estirado.	20	0	0	0	0	15	0	15	0	40	25	40	40	30	15	15	210	23.7557
Refrigeración de molde	Caudalímetro de agua cuerpos	Mide el caudal de agua de refrigeración en los cuerpos de portamolde.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	40	45	15	30	210	23.7557
Refrigeración de molde	Caudalímetro agua fondos	Mide el caudal de agua de refrigeración en los fondos.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	40	45	15	30	210	23.7557
Portamolde	Electroválvula de compensación	Acciona el ingreso de aire de alta presión a la cámara de compensación.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	60	30	30	205	23.19
Portamolde	Esparrago de compensación	Soporte de portacoquil y muelles de compensación.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	60	30	30	205	23.19

Orientador de preformas	Motorreductor rodillos orientadores	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento rodillos orientadores	60	24	0	24	0	45	30	15	0	25	20	0	30	15	15	204	23.0769
Refrigeración en hornos	Variador de velocidad de ventilación de hornos	Es un sistema para el control de la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor de ventilación de los hornos.	60	48	24	24	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	203	22.9638
Hornos	Reflectores cerámicos	El reflector de las lámparas cumple la función de dirigir la energía hacia el punto a calentar lo que mejora la calidad del calor emitido, son ubicados en la parte posterior de las lámparas infrarrojas.	40	24	24	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	199	22.5113
Orientador de preformas	Faja dentada	Realiza el acople de motorreductor a rodillos orientadores.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	0	30	15	15	195	22.0588
Transferencia de preformas	Sensor de presencia de brazos de preformas	Detecta la presencia de los brazos de transferencia de preformas.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	0	30	15	15	195	22.0588
Transferencia de preformas	Sensor de presencia de brazos de botellas	Detecta la presencia de los brazos de transferencia de botellas.	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	0	30	15	15	195	22.0588
Recuperación de Aire	Electrovalvula de seguridad	Pone el circuito en escape vial silenciador, en caso de sobrepresión, regulada a una presión superior a la presión de trabajo a 42 Bar después de la regulación y 50Bar antes de la regulación.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	40	30	15	15	195	22.0588
Sistema de freno	Pistones actuadores de freno	Son accionados por aire, las zapatas presionan al disco.	60	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	195	22.0588
Ingreso de preformas	Rueda de entrada con muescas, Rueda de carga	Rueda por donde ingresa las preformas hacia la sopladora.	20	12	12	0	0	0	0	0	80	50	0	0	30	0	30	192	21.7195
Refrigeración en hornos	Ventilador de lámparas	Realiza la ventilación de los terminales de las lámparas infrarrojas.	40	0	0	0	0	15	15	0	40	25	20	20	30	15	15	190	21.4932
Portamolde	Amortiguador de impacto	Amortiguador hidráulico que reduce el golpe al cierre del portamolde.	40	0	0	0	0	15	0	15	40	25	20	20	30	15	15	190	21.4932
Orientador de preformas	Motorreductor Ordenador de preformas	Acciona la rueda ordenadora de preformas.	60	48	24	24	0	45	30	15	0	25	20	0	30	15	15	186	21.0407
Orientador de preformas	Rueda ordenadora de preformas	Las preformas atascadas en el rodillo orientador son retiradas hacia la faja recicladora.	40	24	24	0	0	0	0	0	40	25	0	0	30	15	15	186	21.0407
Ingreso de preformas	Pistón de ingreso de preformas	Cumple la función de trabar o permitir el ingreso de preformas hacia la sopladora.	40	12	12	0	0	0	0	0	40	25	0	20	45	15	30	182	20.5882

Hornos	Reflectores acanalados delanteros	El reflector de las lámparas cumple la función de dirigir la energía hacia el punto a calentar lo que mejora la calidad del calor emitido.	20	24	24	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	179	20.2489
Hornos	Reflectores acanalados posteriores	El reflector de las lámparas cumple la función de dirigir la energía hacia el punto a calentar lo que mejora la calidad del calor emitido.	20	24	24	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	179	20.2489
Refrigeración en hornos	Mangueras de refrigeración	Realiza el acople de bomba de agua de refrigeración hacia las regletas de refrigeración, antes pasa por manifold de distribución.	40	12	12	0	0	30	0	30	0	25	20	20	30	15	15	177	20.0226	
Orientador de preformas	Sensor D3 - B102.0	Sensor de arranque rodillos.	40	0	0	0	0	0	0	0	60	25	0	20	30	15	15	175	19.7964	
Orientador de preformas	Sensor D2	Sensor presencia de preformas estabilización.	40	0	0	0	0	0	0	0	60	25	0	20	30	15	15	175	19.7964	
Refrigeración en hornos	Electrovalvula de ingreso de agua a regletas	Acciona la electroválvula de ingreso de agua a las regletas.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	175	19.7964	
Refrigeración en hornos	Termocupla de temperatura de agua en regletas	Mide la temperatura de agua de refrigeración en el retorno de las regletas de refrigeración de finish en el horno.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	175	19.7964	
Portamolde	Muelles de compensación	Amortiguan el impacto en la cámara de compensación el aire de alta presión, al momento de realizar la contrapresión.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	175	19.7964	
Recuperación de Aire	Sensor de presión 40 bar	El presostato asociado a un indicador en PCC, controla la presión en el circuito después de la regulación de presión 40 Bar.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	175	19.7964	
Sistema de estirado	Electroválvula de estirado	Accionan la subida y bajada del cilindro de la varilla de estirado.	40	24	0	24	0	0	0	0	0	25	20	20	45	15	30	174	19.6833	
Dumper de Preformas	Puños de Bronce	Guiado de sin fin, Elevación de dumper.	60	0	0	0	0	30	15	15	40	25	0	0	15	0	15	170	19.2308	
Sistema de estirado	Guía lineal de estirado	Guía donde se desplaza en forma vertical el carro corredera de estirado.	40	0	0	0	0	15	0	15	0	25	20	40	30	15	15	170	19.2308	
Sistema de soplado	EV de mando soplado	Electroválvula de mando de ingreso de aire de Alta presión.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	40	45	30	15	170	19.2308	
Sistema de tobera	Silenciador de alta presión	Amortigua el escape de aire que no es recuperado y se va al ambiente.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	40	40	45	15	30	170	19.2308	
Tolva Principal	Motor tapa de tolva	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento de elevación - bajada de tapa de tolva.	40	72	24	24	24	0	0	0	0	25	0	0	30	15	15	167	18.8914	
Sistema de freno	Electrovalvula de seguridad freno	Acciona la seguridad del freno.	40	24	0	24	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	159	17.9864	
Refrigeración de molde	Mangueras de refrigeración cuerpos	Transfiere agua de refrigeración de manifull a cuerpo de portamolde.	40	24	24	0	0	15	0	15	0	25	20	0	30	15	15	154	17.4208	

Refrigeración de molde	Mangueras de refrigeración fondos	Transfiere agua de refrigeración de manífull a fondos de portamoldes.	40	24	24	0	0	15	0	15	0	25	20	0	30	15	15	154	17.4208
Orientador de preformas	Faja de reciclado de preformas	Las preformas caídas del orientador son retornados a la minitolva por medio de faja recicladora.	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	0	20	45	15	30	150	16.9683
Refrigeración en hornos	Caudalímetro de agua de hornos	Mide el flujo de agua en los hornos.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	45	15	30	150	16.9683
Sistema de estirado	Silenciador de estirado	Amortiguan los sonidos de escape de aire en el proceso de soplado.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	45	15	30	145	16.4027
Orientador de preformas	Variador de velocidad	Es un sistema para el control de la velocidad de giro en motores de corriente alterna (AC) mediante el control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.	60	0	24	24	0	0	0	0	40	25	20	20	30	15	15	140	15.8371
Orientador de preformas	Rodillos orientadores	La función que tiene es orientar las preformas hacia la rampa de bajada, ingreso a Sopladora.	20	24	24	0	0	0	0	0	40	25	0	0	30	15	15	139	15.724
Orientador de preformas	Sensor nivel bajo preformas en riel - B10.6	Detecta el nivel bajo de preformas.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	0	0	30	15	15	135	15.2715
Ingreso de preformas	limitadores de par	Seguridad ante un sobreesfuerzo o atracción al ingreso de preformas.	40	0	0	0	0	0	0	0	40	25	0	0	30	15	15	135	15.2715
Transferencia de preformas	Eyector de botellas	Retira las botellas que no son conformes en forma manual o automático a la salida de la rueda de soplado.	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	0	30	15	15	135	15.2715
Refrigeración de molde	Válvula de bola de ingreso de agua cuerpos	Realiza la apertura y cierre del ingreso de agua de refrigeración a los cuerpos de la botella.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	135	15.2715
Refrigeración de molde	Válvula de bola salida de agua cuerpos	Realiza la apertura y cierre de salida de agua de refrigeración a los cuerpos de la botella.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	135	15.2715
Refrigeración de molde	Válvula de bola ingreso de agua fondos	Realiza la apertura y cierre del ingreso de agua de refrigeración a los fondos de la botella.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	135	15.2715
Refrigeración de molde	Válvula de bola salida de agua fondos	Realiza la apertura y cierre de salida de agua de refrigeración a los fondos de la botella.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	135	15.2715
Sistema de soplado	Manorreductores de EV mando soplado	Visualizador de la presión de soplado.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	45	30	15	130	14.7059
Refrigeración de molde	Manífull de agua cuerpos	Distribuidor de agua de refrigeración hacia los cuerpos de portamoldes, vía las mangueras.	20	0	0	0	0	15	0	15	0	25	20	20	30	15	15	130	14.7059
Refrigeración de molde	Manífold de agua fondos	Distribuidor de agua de refrigeración hacia los fondos de portamoldes.	20	0	0	0	0	15	0	15	0	25	20	20	30	15	15	130	14.7059

Orientador de preformas	Eyección preformas	Eyecta el exceso de preformas en salida rodillos.	20	12	12	0	0	0	0	0	0	40	25	0	0	30	15	15	127	14.3665
Minitolva	Sensor de nivel bajo	Controla la cantidad mínima de preforma en minitolva, da señal para activar el motor de la cinta elevadora.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	0	0	15	0	15	120	13.5747
Elevador de Preformas	Alineadores de tambor inferior	Mantener la cinta elevadora en una misma posición, evitando desalineamientos.	40	24	0	0	24	0	0	0	0	25	0	0	30	15	15	119	13.4615	
Fajas transportadoras aéreas	Tambores	Conducción de cintas transportadoras, templar cintas.	40	36	0	0	36	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	116	13.1222	
Orientador de preformas	Poleas dentadas	Las poleas dentadas tienen como función principal es hacer que funcione la transmisión entre dos ejes que se encuentran separados a tal distancia en la que no es posible económica o técnicamente el poder montar una transmisión con unos engranajes.	60	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	30	15	15	115	13.009	
Orientador de preformas	Sensor Nivel alto preformas en riel - B10.5	Detecta el Nivel alto de preformas, exceso de preformas.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	40	25	0	0	30	15	15	115	13.009
Sistema de estirado	Válvula antirretorno	Impiden el retorno de aire de Soplado.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	115	13.009	
Sistema de estirado	Tope de estirado	Cumple la función de dar la altura entre el fondo de botella y varilla de estirado.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	20	30	15	15	115	13.009	
Fajas transportadoras aéreas	Alineadores de cinta transportadora	Mantener alineadas las cintas transportadoras durante todo su recorrido.	20	24	0	0	24	0	0	0	20	25	0	0	15	0	15	104	11.7647	
Transferencia de preformas	Eyector de preformas	Retira las preformas que no son conformes para el soplado en forma manual o automático.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	0	30	15	15	95	10.7466	
Sistema de estirado	Rótula de estirado	Son guías que sujetan el vástago del cilindro de estirado.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	20	30	15	15	95	10.7466	
Sistema Mando Sopladora	Cable Ethernet	Cable de Comunicación de los diferentes dispositivos electrónicos.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	0	30	15	15	95	10.7466	
Sistema Mando Sopladora	Enchufe Ethernet	Los cables de comunicación Ethernet se conecta por enchufes RJ45.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	0	30	15	15	95	10.7466	
Ingreso de preformas	Riel de entrada	Son guías que sujetan el finish de las preformas.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	15	0	15	85	9.61538	
Dumper de Preformas	sensor nivel superior	Seguridad, límite superior de elevación de Dumper.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	80	9.04977	
Dumper de Preformas	Sensor Nivel Inferior	Seguridad, límite inferior de bajada de Dumper.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	80	9.04977	
Tolva Principal	Sensor de Nivel de preforma	Controlador de accionamiento de Cinta alimentación de preforma.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	80	9.04977	

Elevador de Preformas	Tambor inferior de transmisión	Conducción de cinta elevadora de preforma.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	80	9.04977
Minitolva	Sensor de nivel alto	Controla la cantidad máxima de preforma en mini tolva, da señal para desactivar el motor de la elevadora.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	80	9.04977
Ingreso de preformas	Switch limitador de par	Al accionar el limitador de par, acciona un switch que manda señal al PLC.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	60	6.78733

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3. Desarrollo de Criticidad Termocontraible Cermex

Tabla 25: Criticidad Termocontraible Cermex

NIVEL ENSAMBLE	COMPONENTE	FUNCIÓN	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones Personal	Riesgo Potencia Fuego Exposición	Riesgo Potencia Ejecución Tarea Mantenimiento	Severidad ambiental	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	Confiabilidad y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Repuestos v Tiempos de Entrega	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto Cliente	Severidad Calidad Efecto elaboración	Suma de criterios	Criticidad del componente
Calentamiento	Conjunto de resistencias Zona 1, 2, 3 y 4	Calentar túnel del horno de las zonas 1, 2, 3, y 4.	60	72	36	12	24	0	0	0	100	50	40	0	45	15	30	367	41.51
Calentamiento	Conjunto de ventiladores Zona 1, 2, 3, y 4	Distribuir la temperatura de las zonas 1, 2, 3 y 4 según receta	60	72	36	12	24	0	0	0	100	50	40	0	45	15	30	367	41.51
Mesa de aspiración	Cuchilla de corte	Cortar el film de forma transversal.	40	60	48	0	12	0	0	0	80	25	60	0	0	0	0	265	29.97
Agrupador de botellas	Tapete ciclador	Transportar grupo de botellas.	60	12	12	0	0	0	0	0	100	25	60	0	0	0	0	257	29.07

Mesa de aspiración	Sistema de fajas	Mantener el film adherido a la mesa de aspiración.	60	12	0	0	12	0	0	0	100	25	40	0	0	0	0	237	26.81
Banda modular de ingreso	Banda modular	Transportar botellas.	20	36	12	0	24	0	0	0	60	50	40	20	0	0	0	226	25.56
Mesa de aspiración	Tren de transmisión	Dar movimiento regulado a las fajas según el formato.	40	36	36	0	0	15	0	15	80	50	0	0	0	0	0	221	25
Ciclador de recubrimiento	Servomotor ciclador	Motorizar el tapete de recubrimiento.	80	24	12	0	12	0	0	0	60	25	20	0	0	0	0	209	23.64
Separador de botellas	Servomotor delantero y posterior	Motorizar la botella en los corredores.	40	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	197	22.28
Agrupador de botellas	Servomotor del ciclador	Motorizar a las barras del ciclador.	20	12	12	0	0	0	0	0	100	25	20	0	15	0	15	192	21.71
Agrupador de botellas	Transmisión del ciclador	Transportar sincronizadamente las botellas y las barras del ciclador.	40	12	12	0	0	15	0	15	60	50	0	0	15	0	15	192	21.71
Agrupador de botellas	Servomotor tapete	Motorizar el tapete del agrupador.	60	12	12	0	0	15	0	15	60	25	20	0	0	0	0	192	21.71
Mesa de aspiración	Servomotor de cuchilla	Motorizar la cuchilla.	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	20	0	0	0	0	192	21.71
Transporte de recubrimiento	Servomotor del tapete	Motorizar el tapete en el recubrimiento.	60	24	12	0	12	0	0	0	80	25	0	0	0	0	0	189	21.38
Transporte de recubrimiento	Rodillos de tracción de tapete	Dar tracción y la tensión correcta al tapete de recubrimiento.	40	48	36	0	12	0	0	0	20	50	20	0	0	0	0	178	20.13
Separador de botellas	Pantógrafo	Facilita la regulación de los corredores según al diámetro de la botella.	80	36	12	0	24	15	0	15	20	0	0	20	0	0	0	171	19.34
Transporte de recubrimiento	Tapete de recubrimiento	Transportar el producto.	60	24	12	0	12	0	0	0	20	25	40	0	0	0	0	169	19.11
Transporte del horno	Tapete de malla metálica	Transferir paquetes de la manta metálica al transporte de línea.	40	24	12	0	12	0	0	0	80	25	0	0	0	0	0	169	19.11
Tablero eléctrico L7-TE37	Variador U51	Controlar la velocidad giratoria del ventilador de aire caliente 1 y 2	60	48	36	0	12	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	168	19.00
Tablero eléctrico L7-TE37	Variador U53	Controlar la velocidad giratoria del ventilador de aire caliente 3 y 4	60	48	36	0	12	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	168	19.00
Interfaz Operador	Panel HMI BYR	Brindar acceso para la operación de la máquina.	100	24	0	0	24	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	164	18.55
Debobinador	Motor portabobina "A"	Motorizar la bobina "A".	20	24	12	0	12	15	0	15	80	0	20	0	0	0	0	159	17.98

Debobinador	Motor portabobina "B"	Motorizar la bobina "B".	20	24	12	0	12	15	0	15	80	0	20	0	0	0	0	159	17.98
Tablero eléctrico L7-TE35	Cooler de enfriamiento del tablero	Enfriar el tablero L7- TE35	0	12	0	0	12	45	15	30	80	0	0	20	0	0	0	157	17.76
Lubricación automática	Bomba de lubricación	Lubricar la manta del túnel del horno.	0	0	0	0	0	45	15	30	60	50	0	0	0	0	0	155	17.53
Banda modular de ingreso	Motorreductor	Motorizar la banda modular.	40	12	12	0	0	15	0	15	40	25	20	0	0	0	0	152	17.19
Mesa de aspiración	Servomotor de fajas	Motorizar las fajas.	40	24	24	0	0	0	0	0	60	0	20	0	0	0	0	144	16.28
Transporte del horno	Motorreductor de manta	Motorizar la manta metálica.	20	24	12	0	12	15	0	15	20	25	20	0	15	0	15	139	15.72
Tablero eléctrico L7-TE35	ACOPOS U100	Fuente de alimentación para servoaccionamientos.	60	12	12	0	0	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	132	14.93
Tablero eléctrico L7-TE35	ACOPOS U1-U2	Realiza servoaccionamientos del cinturón de lazo.	60	12	12	0	0	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	132	14.93
Tablero eléctrico L7-TE35	ACOPOS U3	Realiza servoaccionamientos de la cuchilla del motor M3	60	12	12	0	0	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	132	14.93
Tablero eléctrico L7-TE35	ACOPOS U4	Realiza servoaccionamientos del motor del film.	60	12	12	0	0	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	132	14.93
Tablero eléctrico L7-TE35	ACOPOS U11_U12	Realiza servoaccionamientos en el cinturón de entrada.	60	12	12	0	0	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	132	14.93
Tablero eléctrico L7-TE35	ACOPOS U13	Realiza servoaccionamientos en las correas de selección de motor SFR/SDI	60	12	12	0	0	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	132	14.93
Tablero eléctrico L7-TE35	ACOPOS U14_U15	Realiza servoaccionamientos para ascenso y descenso del motor M14	60	12	12	0	0	0	0	0	0	25	20	0	15	0	15	132	14.93
Ciclador de recubrimiento	Tren transmisión de ciclador	Realiza la envoltura del paquete de botellas con fill.(Juego de piñones y cadena del servo hacia las barras)	40	36	24	0	12	15	0	15	40	0	0	0	0	0	0	131	14.81
Transporte de recubrimiento	Tren de transmisión de tapete	Realiza el transporte de paquete de botellas. (Juego de piñones y cadena del servo hacia los rodillos)	40	48	36	0	12	15	0	15	0	25	0	0	0	0	0	128	14.47
Banda modular de ingreso	Eje de transmisión	Transmitir movimiento del motor a la banda modular.	40	12	12	0	0	15	0	15	20	0	20	0	0	0	0	107	12.10
Debobinador	Barra soldadura de film	Empalmar el final de una bobina con el inicio de una bobina nueva.	60	24	12	12	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	104	11.76

Banda modular de ingreso	Conjunto de 8 corredores	Realiza el alineamiento de botellas para formación de paquetes.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	100	11.31
Transporte de recubrimiento	Sensor de film en grupo de botellas	Detectar que el film esté recubierto en el grupo de botellas.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	20	0	0	0	0	100	11.31
Transporte de recubrimiento	Malla metálica de transferencia al horno	Transportar las botellas cubiertas con el film al ingreso del horno.	20	12	12	0	0	0	0	0	0	40	25	0	0	0	0	0	97	10.97
Calentamiento	Ventiladores de Film	Enfriar el film al final del túnel.	40	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	15	79	8.93
Ciclador de recubrimiento	Balancín tensador de cadena	Seguridad en caso haya algún sobreesfuerzo de cadena.	40	12	12	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	77	8.71
Calentamiento	Ventilador enfriador de la manta metálica	Enfriar la manta metálica y la base de los paquetes de botellas.	20	12	12	0	0	30	0	30	0	0	0	0	0	15	0	15	77	8.71
Banda modular de ingreso	Vibradores 1 y 2	Ayudar a que el producto se deslice en la guía.	20	0	0	0	0	15	0	15	20	0	20	0	0	0	0	0	75	8.48
Detección de Producto	Sensor de presencia de botella	Detectar botellas en tránsito.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	0	0	0	0	0	65	7.35
Agrupador de botellas	Sensor de detección de botella	Detectar botellas caídas.	20	12	0	0	12	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	57	6.44
Agrupador de botellas	Chapa teflón	Sirve de mesa de transporte.	0	12	0	0	12	0	0	0	20	0	0	20	0	0	0	0	52	5.88
Debobinador	Soporte de bobina "B"	Carrete que se desliza para cargar la bobina de film.	40	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	5.88
Debobinador	Balancín	Absorber el exceso o de tensión o cuando está muy suelto el film.	20	12	12	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	52	5.88
Ciclador de recubrimiento	Barra ciclador 72 dientes	Transmisión de la cadena hacia las barras de arrastre de film.	40	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	5.88
Detección de Producto	Conjunto de detección lateral	Sincronizar la velocidad del transporte.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	20	0	0	0	0	0	45	5.09
Separador de botellas	Corredores	Guiar y transportar la botella hacia el ciclador.	20	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	40	4.52
Agrupador de botellas	Guías regulables	Agrupar las botellas. Se regula manualmente según el formato.	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	4.52
Mesa de aspiración	Sensor de detección de film	Detectar si el film se rompe, se acaba o atasca en el trayecto de la mesa.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	40	4.52
Transporte de recubrimiento	Sensor de tránsito de botellas	Detectar las botellas caídas.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	40	4.52	

Ciclador de recubrimiento	Regulador de altura de barras	Arrastrar el film sobre la botella hacia la altura correcta.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	15	0	15	40	4.52
Transporte del horno	Sensor de paquetes	Detectar la salida de paquetes o botellas sueltas a la salida del túnel del horno.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	25	2.82
Banda modular de ingreso	Soportes chapas transportador 1275mm	Regular las chapas de la guía de botella según al diámetro del formato.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2.26
Agrupador de botellas	Barras de ciclador	Empujar sincronizadamente al grupo de botellas.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2.26
Debobinador	Sensor de detección de bobina "B"	Detectar la falta de bobina o cuando la bobina se está acabando.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2.26
Debobinador	Soporte de bobina "A"	Carrete que se desliza para cargar la bobina de film.	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.35

Fuente: Elaboración Propia

5.4.4. Desarrollo de Criticidad Mixer Sidel

Tabla 26: Criticidad Mixer Sidel.

NIVEL DE ENSAMBLE	COMPONENTE	FUNCIÓN	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones Personal	Riesgo Potencia Fuego Explosión	Riesgo Potencia Ejecución Tarea	Severidad ambiental	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	Confiabilidad y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Repuestos y Tiempos de Entrega	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto Cliente	Severidad Calidad Efecto elaboración	Suma de criterios	Criticidad del componente
Ingreso de Jarabe	Válvula moduladora RVP303	Válvula moduladora que permite el ingreso de jarabe desde alimentación principal.	100	72	24	0	48	0	0	0	100	50	40	20	105	45	60	487	55.09
Ingreso de Jarabe	Válvula moduladora RMP302	Válvula moduladora de jarabe posterior a la bomba PPP302.	100	72	24	0	48	0	0	0	100	50	40	20	105	45	60	487	55.09
Ingreso de Agua	Válvula moduladora RVM302	Válvula moduladora que permite el ingreso de agua desde la sala de tratamiento; controla el nivel del tanque de producto final para producción de Powerade y San Luis	100	72	24	0	48	0	0	0	100	50	40	20	105	45	60	487	55.09
Ingreso de Agua	Válvula moduladora RMM301	Aperturar y cerrar el ingreso de Agua.	100	72	24	0	48	0	0	0	100	50	40	20	105	45	60	487	55.09
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Válvula moduladora RMM303	Válvula moduladora de ingreso de CO2.	100	72	24	0	48	0	0	0	100	50	40	20	105	45	60	487	55.09
Desaireación	Bomba de vacío PPN304	Bomba para desaireación (extracción del oxígeno presente en el agua).	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	75	30	45	477	53.95
Ingreso de Agua	Bomba de circulación PPN301	Bomba de circulación de agua.	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	60	15	45	462	52.26

Ingreso de Jarabe	Bomba de circulación PPP302	Bomba de circulación de jarabe.	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	60	15	45	462	52.26
Mezcla Jarabe – Agua	Bomba de circulación PPM303	Bomba de envío de producto final hacia llenadora SIDEL.	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	60	15	45	462	52.26
Mezcla Jarabe – Agua	Bomba de circulación PPM306	Bomba de recirculación de producto final	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	60	15	45	462	52.26
Ingreso de Jarabe	Flujómetro FTP302	Medir el flujo de jarabe a la salida de tanque de almacenamiento de jarabe.	100	60	12	0	48	0	0	0	100	50	20	20	90	45	45	440	49.77
Ingreso de Agua	Flujómetro FTN301	Medir el flujo de agua a la salida del tanque de almacenamiento de agua.	100	60	12	0	48	0	0	0	100	50	20	20	90	45	45	440	49.77
Sistema eléctrico de Fuerza	Variador Danfoss 0166U1	Controlar la velocidad giratoria de la bomba	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	15	0	15	417	47.17
Sistema eléctrico de Fuerza	Variador Danfoss 0169U1	Controlar la velocidad giratoria de la bomba	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	15	0	15	417	47.17
Sistema eléctrico de Fuerza	Variador Danfoss 0163U1	Controlar la velocidad giratoria de la bomba	60	132	48	36	48	0	0	0	100	50	40	20	15	0	15	417	47.17
Sistema eléctrico de Fuerza	Variador Danfoss 0160U1	Controlar la velocidad giratoria de la bomba	60	120	48	24	48	0	0	0	100	50	40	20	15	0	15	405	45.81
Sistema eléctrico de Mando	PLC SIEMENS S7-300	Controlar en tiempo real procesos secuenciales u automatizar procesos electromecánicos	60	96	48	0	48	0	0	0	100	50	20	20	15	0	15	361	40.83
Intercambiador de Calor	Intercambiador de calor GEA ECOFLEX GMBH	El intercambiador o disipador de calor de placas sirven para intercambiar y transmitir energía térmica entre dos elementos, por lo que se utilizan especialmente en sistemas de frío o climatización.	60	24	24	0	0	0	0	0	100	50	20	20	75	30	45	349	39.47
Ingreso de Agua	Filtro UV	Purificar de agua	60	84	36	0	48	0	0	0	60	25	40	20	45	15	30	334	37.78
Sistema eléctrico de Mando	Fuente de 24 V	Alimentación de energía eléctrica con 24V	40	120	48	24	48	0	0	0	100	25	20	0	15	0	15	320	36.19
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Válvula moduladora RVM301	Válvula moduladora de ingreso de CO2 y aire estéril hacia tanque de almacenamiento de producto.	20	48	0	0	48	30	30	0	40	50	40	20	60	15	45	308	34.84
Sistema eléctrico de Fuerza	Seccionador principal	Habilitación y deshabilitación de paso de energía eléctrica.	40	132	48	36	48	0	0	0	60	25	20	0	15	0	15	292	33.03

Mezcla Jarabe – Agua	Analizador MASELLI UC-05 CO2 ANALIZER	El analizador de carbonatación capaz de medir con precisión el contenido de CO2 de cualquier bebida carbonatada.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	50	20	20	90	45	45	280	31.67
Mezcla Jarabe – Agua	Analizador MASELLI UR-22 BRIX/DIET ANALIZER	Analizador de nivel de dulce. Mide continuamente la concentración y muestra para generar el resultado en Brix.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	50	20	20	90	45	45	280	31.67
Ingreso de Glicol	Válvula moduladora Spirax Sarco	Válvula moduladora de ingreso de Glicol.	20	48	0	0	48	0	0	0	0	40	50	40	20	60	15	45	278	31.44	
Sistema eléctrico de Fuerza	Guardamotores	Protección de motor eléctrico.	20	132	48	36	48	0	0	0	0	60	25	20	0	15	0	15	272	30.76	
Sistema eléctrico de Fuerza	Supresor de sobre voltaje	Realiza la protección de sobre voltajes.	20	132	48	36	48	0	0	0	0	60	25	20	0	15	0	15	272	30.76	
Sistema eléctrico de Mando	Switch Phoenix Contact	Permite la conexión de varios dispositivos a la red.	60	48	0	0	48	0	0	0	0	100	25	20	0	15	0	15	268	30.31	
Sistema eléctrico de Mando	Panel PC	Interfaz hombre - máquina	20	48	0	0	48	0	0	0	0	80	50	20	20	30	15	15	268	30.31	
Ingreso de Agua	Sensor de nivel LTN301	Detector de nivel de tanque de almacenamiento de agua.	20	36	0	0	36	0	0	0	0	40	50	20	20	60	15	45	246	27.82	
Sistema eléctrico de Mando	Bloques I/O SIEMENS	Entradas y salidas digitales/analógicas cuya función es de transferir datos desde el PLC hacia un dispositivo periférico o viceversa.	60	60	12	0	48	0	0	0	0	60	25	20	0	15	0	15	240	27.14	
Ingreso de Agua	Actuador AVN301	Apertura la salida del tanque de almacenamiento de agua hacia el tanque de almacenamiento de producto.	20	48	0	0	48	0	0	0	0	40	25	40	0	60	45	15	233	26.35	
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Actuador AVM341	Apertura y cierre de ingreso de CO2	20	48	0	0	48	30	30	0	0	40	25	40	0	30	15	15	233	26.35	
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Actuador AVM326	Apertura y cierre de ingreso de CO2 y aire estéril hacia tanque de desaireación.	20	48	0	0	48	30	30	0	0	40	25	40	0	30	15	15	233	26.35	
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Actuador AVM398	Apertura y cierre de ingreso de CO2 y aire estéril hacia tanque de almacenamiento producto.	20	48	0	0	48	30	30	0	0	40	25	40	0	30	15	15	233	26.35	
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Actuador RVN304	Apertura y cierre de ingreso de CO2 hacia tanque de almacenamiento de agua.	20	48	0	0	48	30	30	0	0	40	25	40	0	30	15	15	233	26.35	

Ingreso CO2 y Aire Estéril	Actuador AVN328	Apertura y cierre de ingreso de CO2 y aire estéril hacia tanque de almacenamiento de agua.	20	48	0	0	48	30	30	0	40	25	40	0	30	15	15	233	26.35
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Unidad de mantenimiento PCM306	Filtrar residuos provenientes del aire.	40	48	0	0	48	0	0	0	60	25	20	0	30	15	15	223	25.22
Ingreso de Jarabe	Sensor de nivel LTP303	Detector de nivel de tanque de almacenamiento de jarabe.	20	36	0	0	36	0	0	0	0	50	20	20	60	15	45	206	23.30
Ingreso de Agua	Actuador AVN302	Apertura la salida del tanque de almacenamiento de agua hacia el tanque de almacenamiento de producto	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Agua	Actuador AVN303	Apertura la salida del tanque de almacenamiento de agua hacia el tanque de almacenamiento de producto	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Agua	Actuador AVN314	Accionador de purga para drenado posterior al saneado.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Agua	Actuador AVN323	Accionador de purga para drenado posterior al saneado.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Jarabe	Actuador AVP316	Accionador de purga para drenado posterior al saneado.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Jarabe	Actuador AVP324	Aperturar y cerrar la recirculación de jarabe.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Jarabe	Actuador AVP344	Accionador de purga para drenado de contenido previo a lanzamiento de producto.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Jarabe	Actuador AVP315	Apertura y cierre de paso de jarabe posterior a bomba PPP302	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Jarabe	Actuador AVM345	Accionador de purga para drenado posterior al saneado.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Jarabe	Actuador AVM322	Aperturar y cerrar el ingreso de jarabe a la unidad de enfriamiento.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Actuador AVM396	Aperturar y cerrar el ingreso de aire estéril.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Flujómetro FTM303 Endres & Hauser Promass F	Detector de flujo de CO2.	20	48	0	0	48	0	0	0	0	50	20	20	45	15	30	203	22.96
Mezcla Jarabe – Agua	Actuador AVM387	Apertura y cierre de paso de producto final previo al tanque de almacenamiento.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96

Mezcla Jarabe – Agua	Actuador AVM308	Permite el ingreso de mezcla hacia tanque de almacenamiento de producto.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Mezcla Jarabe – Agua	Actuador AVM348	Accionador de purga para vaciado de tanque	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Desaireación	Actuador AVN395	Apertura y cierre de válvula para realizar la succión de aire desde la bomba generadora de vacío.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Desaireación	Actuador AVN318	Apertura y cierre de válvula para drenaje de aire	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Glicol	Actuador AVN370	Apertura y cierre de ingreso de Glicol	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Glicol	Actuador AVN371	Apertura y cierre de ingreso de Glicol	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	203	22.96
Ingreso de Jarabe	Actuador AVP361	Apertura y cierre de ingreso de Jarabe desde alimentación principal.	20	48	0	0	48	0	0	0	40	25	0	0	30	15	15	163	18.43
Mezcla Jarabe – Agua	Actuador AVM315	Accionador de purga para vaciado de tanque	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	155	17.53
Mezcla Jarabe – Agua	Actuador AVM309	Apertura y cierre de ingreso de producto hacia llenadora.	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	155	17.53
Mezcla Jarabe – Agua	Actuador AVM387	Apertura y cierre de recirculación de mezcla hacia tanque de almacenamiento de producto.	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	155	17.53
Mezcla Jarabe – Agua	Actuador AVM327-328-329	Apertura y cierre de válvula de mezcla; aire estéril y CO2 hacia tanque de almacenamiento de producto.	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	40	0	30	15	15	155	17.53
Ingreso de Agua	Sensor de presión PTN313	Detector de presión a la salida de tanque de almacenamiento de agua.	20	0	0	0	0	0	0	0	50	20	20	30	15	15	140	15.83	
Ingreso de Agua	Sensor de temperatura	Detector de temperatura a la salida de tanque de almacenamiento de agua.	20	0	0	0	0	0	0	0	25	20	0	30	15	15	95	10.74	
Ingreso de Jarabe	Sensor de temperatura	Detector de temperatura al ingreso de la unidad de calentamiento.	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	30	15	15	70	7.91	
Ingreso de Glicol	Manómetro	Indicador de presión de ingreso de glicol.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	20	2.26	

Fuente: Elaboración Propia

5.4.5. Desarrollo de Criticidad Capsulador

Tabla 27: Criticidad Capsulador.

NIVEL ENSAMBLE	COMPONENTE	FUNCIÓN	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones	Riesgo Potencia Fuego	Riesgo Potencia Ejecución	Severidad ambiental	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	Confiabilidad y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Repuestos y Tiempos de	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto	Severidad Calidad Efecto	Suma de criterios	Criticidad del componente
Carrusel capsuladora	Grupo centrador botella (cuchillas anti rotacionales)	Centran y fijan la botella en el momento de aplicación de la tapa.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	0	40	60	105	60	45	389	44.00
Carrusel capsuladora	Grupo cabezales	Aplica Tapas a las Botellas Envasadas dando el torque de remoción a las tapas	40	36	12	0	24	45	15	30	40	25	40	20	100	60	40	346	39.14
Carrusel capsuladora	Grupo pistones	Sistema de giro de los cabezales	80	36	0	0	36	60	0	60	100	50	0	0	15	0	15	341	38.57
Transmisión principal	Transmisión sistema capsulado	Tren de transmisión de piñones que recibe potencia y la transmite a la capsuladora.	80	24	0	0	24	75	15	60	40	25	40	20	0	0	0	304	34.39
Sistema buffer	soportes "H"	Guía y estabiliza el giro del disco buffer	20	0	0	0	0	0	0	0	100	25	0	80	45	0	45	270	30.54
Sistema buffer	Disco buffer	Apoya el tránsito de las tapas por la espiral	40	24	0	0	24	15	15	0	100	25	20	0	30	15	15	254	28.73
Sistema buffer	Pistón trabador de tapas	Traba las tapas a la salida de la espiral.	40	24	0	0	24	15	15	0	100	25	20	0	30	15	15	254	28.73
Conjunto nivel tapas	Carrilera	Guía de tapas y desinfección con lámpara UV.	40	12	12	0	0	45	30	15	60	25	20	20	30	15	15	252	28.51
Conjunto nivel tapas	Sistema neumático	Apoya el tránsito de las tapas en la carrilera.	60	24	0	0	24	0	0	0	100	50	0	0	15	0	15	249	28.17
Conjunto nivel tapas	Detección de tapas	Dosifica sincronizadamente las tapas.	40	36	12	24	0	45	30	15	40	25	20	0	30	15	15	236	26.70
Conjunto nivel tapas	Transmisión elevador de buffer	Cambio de posición buffer.	40	48	0	24	24	0	0	0	100	25	0	0	15	0	15	228	25.79
Conjunto nivel tapas	Disco transferencia de tapas	Entrega de tapas al cabezal capsuladora (chuck).	40	24	0	0	24	0	0	0	100	0	40	0	15	0	15	219	24.77

Fuente: Elaboración Propia

5.4.6. Desarrollo de Criticidad Generador de Ozono Pacific

Tabla 28: Criticidad Generador de Ozono Pacific

ENSAMBLE	COMPONENTE	FUNCIÓN	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones	Riesgo Potencia Fuego	Riesgo Potencia Ejecución	Severidad ambiental	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	Confiability y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Repuestos y Tiempos de	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto	Severidad Calidad Efecto	Suma de criterios	Criticidad del componente
Inyección a Presión de Ozono	Controlador PID Partlow +1060	Controlador para la generación de ozono	60	84	36	0	48	0	0	0	100	25	20	20	45	15	30	354	40.04
Ozonizador	Reactor de Ozono	Genera ozono a través de placas y alto voltaje	20	96	48	0	48	0	0	0	100	25	20	40	45	15	30	346	39.14
Ozonizador	Controlador de Voltaje	Controla la cantidad de energía que la fuente envía al reactor	20	96	48	0	48	0	0	0	100	25	20	40	45	15	30	346	39.14
Ozonizador	Fuente de alto voltaje	Envía la energía necesaria al reactor	20	96	48	0	48	0	0	0	100	25	20	40	45	15	30	346	39.14
Ozonizador	Inyector (Venturi)	Accesorio de mezcla ozono con el agua	80	36	36	0	0	0	0	0	100	25	0	40	45	15	30	326	36.87
Ozonizador	Sensor de ozono disuelto	Mide la cantidad de ozono disuelto en el agua en el tanque de mezcla	80	36	36	0	0	0	0	0	100	25	20	20	45	15	30	326	36.87
Inyección a Presión de Ozono	Sensor de ozono disuelto	Mide la cantidad de ozono disuelto en el agua del tanque de contacto	80	36	36	0	0	0	0	0	100	25	20	20	45	15	30	326	36.87
Tratamiento de ingreso de aire	Filtro Coalescente 0.01 micras	Filtrar impurezas del aire	60	36	36	0	0	30	0	30	100	25	20	0	45	15	30	316	35.74
Ozonizador	Controlador ROSEMOUNT 1056	Monitor de la cantidad de ozono disuelto en el tanque de mezcla	80	36	36	0	0	0	0	0	100	25	0	20	45	15	30	306	34.61
Inyección a Presión de Ozono	Actuador neumático	Apertura automática de ingreso de agua	60	96	48	0	48	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	301	34.04

Inyección a Presión de Ozono	Sensor de nivel	Habilita la generación de ozono	60	84	36	0	48	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	289	32.69
Tanque de Contacto (Germicida)	Controlador ROSEMOUNT 1056	Monitor de la cantidad de ozono disuelto en el tanque de contacto	60	36	36	0	0	0	0	0	100	25	0	20	45	15	30	286	32.35
Inyección a Presión de Ozono	Variador de velocidad ABB	Permite la variación de velocidad de la bomba de inyección	40	84	48	36	0	30	30	0	100	25	0	0	0	0	0	279	31.56
Control de Recirculación	Variador de velocidad ABB	Permite la variación de velocidad de la bomba de recirculación	40	84	48	36	0	30	30	0	100	25	0	0	0	0	0	279	31.56
Ozonizador	Concentrador de Oxígeno	Separa el oxígeno del aire	20	72	36	0	36	0	0	0	100	25	20	40	0	0	0	277	31.33
Dstrucción de Ozono	Catalizador MnO2 / CuO	Transforma el ozono en oxígeno	60	48	48	0	0	0	0	0	100	25	20	20	0	0	0	273	30.88
Tanque de Contacto (Germicida)	Controlador lógico programable (PLC)	Control lógico del sistema de contacto	60	36	36	0	0	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	241	27.26
Ozonizador	Medidor de voltaje de referencia	Visualización del voltaje que se envía al controlador	40	72	36	0	36	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	237	26.81
Ozonizador	Regulador-medidor de flujo de oxígeno	Regulador de flujo de oxígeno	40	36	36	0	0	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	221	25
Inyección a Presión de Ozono	Bomba centrífuga 440v/11.5A/7.5Kw.	Permite la inyección de ozono en el tanque de mezcla	60	36	36	0	0	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	221	25
Control de Recirculación	Bomba centrífuga 440v/18.5A/11Kw.	Permite la recirculación de agua en el tanque de contacto	60	36	36	0	0	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	221	25
Tratamiento de ingreso de aire	Unidad de mantenimiento	Regulación de la presión de aire de trabajo	60	36	36	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	196	22.17
Tratamiento de ingreso de aire	Electrovalvula solenoide	Apertura automática del ingreso de aire al sistema	60	36	36	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	196	22.17
Ozonizador	Electrovalvula solenoide	Apertura automática del ingreso de aire a cada concentrador de oxígeno	60	36	36	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	196	22.17
Dstrucción de Ozono	Resistencia	Trabaja conjuntamente con el catalizador, calienta el catalizador.	60	36	36	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	196	22.17
Tanque de Contacto (Germicida)	Sensor de nivel	Mide el nivel de agua en el tanque de contacto	60	12	12	0	0	0	0	0	100	0	20	0	0	0	0	192	21.71
Tratamiento de ingreso de aire	Manómetro de presión de ingreso 0-60psi.	Visualización de la presión de trabajo	40	12	12	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	152	17.19
Ozonizador	Manómetro presión de reactor (0-15 psi)	Visualización de la presión del reactor	40	12	12	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	152	17.19

Ozonizador	Potenciómetro regulador (10Kohm)	Control manual para la generación de ozono	0	36	36	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	136	15.38
------------	----------------------------------	--	---	----	----	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	-----	-------

Fuente: Elaboración Propia

5.4.7. Desarrollo de Criticidad Etiquetadora Sidel

Tabla 29: Criticidad Etiquetadora Sidel

ACTIVO	COMPONENTE	FUNCIÓN	Severidad Operacional	Severidad de seguridad	Riesgo Potencia Lesiones	Riesgo Potencia Fuego	Riesgo Potencia Ejecución	Severidad ambiental	Emisión al Ambiente	Derrame Químico	Confiabilidad y diseño	Mantenibilidad	Frecuencia de Fallas	Repuestos y Tiempos de	Severidad en Calidad	Severidad Calidad Efecto	Severidad Calidad Efecto	Suma de criterios	Criticidad del componente
			60	84	36	0	48	15	0	15	100	25	40	20	15	15	0	359	40.61
Sistema de Engomado	Bomba de goma	Alimentación de goma	60	84	36	0	48	15	0	15	100	25	40	20	15	15	0	359	40.61
Grupo de corte	Cuchilla de corte fija	Corte de etiqueta	40	96	48	0	48	0	0	0	100	25	40	20	15	15	0	336	38.01
Grupo de corte	Cuchilla de corte móvil	Corte de etiqueta	40	96	48	0	48	0	0	0	100	25	40	20	15	15	0	336	38.01
Bloque de Botella en la Entrada	Regulador de altura sinfín	Alineación de botella para transmisión	40	72	24	0	48	15	0	15	100	25	20	20	0	0	0	292	33.03
Bloque de Botella en la Entrada	Regulador de acercamiento sinfín	Alineación de botella para transmisión	40	72	24	0	48	15	0	15	100	25	20	20	0	0	0	292	33.03
Grupo de Corte	Cascos de corte bipartido	Alineación de etiqueta a ser cortada	40	72	24	0	48	0	0	0	80	25	20	40	15	15	0	292	33.03
Tablero Eléctrico	Módulo Piltz	Sistemas de seguridad del equipo	40	60	12	0	48	0	0	0	100	25	60	0	0	0	0	285	32.24
Grupo de Alimentación de Etiqueta	Rodillo tensor de etiqueta	Balance de etiqueta	40	72	24	0	48	0	0	0	100	25	20	20	0	0	0	277	31.33
Sistema de Vacío	Bomba de vacío	Generador de vacío o succión de para etiqueta	60	72	24	0	48	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	277	31.33
Grupo de Corte	Rodillo de tracción	Alimentación de etiqueta para el corte	40	72	24	0	48	0	0	0	100	25	20	20	0	0	0	277	31.33

Grupo de Alimentación de Etiqueta	Alineador de altura de etiqueta	Posición de etiqueta hacia el tambor	100	48	0	0	48	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	273	30.88
Grupo de Corte	Rodillo de goma	Alimentación de etiqueta para el corte	40	72	24	0	48	0	0	0	80	25	20	20	0	0	0	257	29.07
Sistema de Rechazo de Botella	Cinta de transporte	Cadena de transporte de ingreso de botella	40	24	24	0	0	15	0	15	100	25	20	20	0	0	0	244	27.60
Transferencia de Etiquetado	Tambor de Vacío	Vacío que retiene la etiqueta en tambor	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	20	15	15	0	240	27.15
Sistema de Engomado	Distribuidor de goma	Ingreso de pegamento hacia el rodillo de goma	20	24	24	0	0	15	0	15	100	25	20	20	15	15	0	239	27.04
Bloque de Botella en la Entrada	Sensor refractivo	Sensores de acumulación de botella al ingreso de la maquina	40	72	24	0	48	0	0	0	40	25	60	0	0	0	0	237	26.81
Grupo de Alimentación de Etiqueta	Empalmador automático	Une dos etiquetas mediante el empalme	60	72	24	0	48	0	0	0	40	25	20	20	0	0	0	237	26.81
Bloque de Botella en la Entrada	Poleas de transmisión	Transfiere el movimiento de todo el carrusel y platillos	40	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	20	15	15	0	224	25.34
Grupo de Corte	Succión de vacío de corte	Vacío que retiene la etiqueta en los cascos	20	0	0	0	0	0	0	0	100	25	40	20	15	15	0	220	24.89
Sistema de Engomado	Mangueras de goma	Ingreso de pegamento y retorno de pegamento	20	24	24	0	0	15	0	15	100	0	40	20	0	0	0	219	24.77
Bloque de Botella en la Entrada	Cinta transportadora	Cadena de transporte de salida de botella	12	24	24	0	0	15	0	15	100	25	20	0	15	0	15	211	23.87
Sistema Neumático	Válvulas proporcionales	Controlan en nivel de ingreso de aire hacia un componente	60	24	24	0	0	0	0	0	40	25	20	40	0	0	0	209	23.64
Grupo de Corte	Electrovalvula de pistones de rodillo de tracción	Controlan la presión de los rodillos donde alimenta la etiqueta	40	48	0	0	48	0	0	0	40	25	20	20	15	15	0	208	23.53
Carrusel	Sensor reflectivo estrella de transferencia	Señal de ingreso de botella	12	48	0	0	48	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	205	23.19
Carrusel	Servomotor de elevación de carrusel	Controlador de altura del carrusel	12	48	24	0	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	205	23.19
Transporte de Salida	Motorreductor	Transfiere potencia al transporte de salida	12	48	24	0	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	205	23.19
Grupo de Corte	Válvula de vacío	Apertura y cierre de vacío	60	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	205	23.19
Carrusel	Motor principal	Transfiere potencia mecánica al carrusel	20	24	0	0	24	15	0	15	100	25	0	20	0	0	0	204	23.08
Bloque de Botella en la Entrada	Sin Fin	Posiciona entrega de botella a Estrella de Ingreso	40	60	12	0	48	0	0	0	40	25	20	0	15	15	0	200	22.62
Grupo de Corte	Pistones de rodillo tracción	Presión de los rodillos donde alimenta la etiqueta	40	0	0	0	0	0	0	0	80	25	20	20	15	15	0	200	22.62
Transporte de Salida	Estrella de salida	Transferencia de botella	20	60	12	0	48	0	0	0	40	25	20	20	15	15	0	200	22.62

Sistema de Engomado	Filtro de goma	Retiene partículas de etiqueta y suciedad	12	36	12	0	24	15	0	15	100	0	20	0	15	15	0	198	22.40
Tablero Eléctrico	PLC	Automatización de procesos electromecánicos	12	60	12	0	48	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	197	22.29
Tablero Eléctrico	Driver	Controladores del sistema	12	60	12	0	48	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	197	22.29
Carrusel	Gatos	Presión de posicionamiento de botella para el etiquetado	20	60	12	0	48	0	0	0	100	0	0	0	15	15	0	195	22.06
Transferencia de Etiquetado	Sensor inductivo (separación del sistema)	Sensor de seguridad de apertura del grupo de corte con el grupo de etiquetado	40	48	0	0	48	0	0	0	20	25	20	40	0	0	0	193	21.83
Transporte de Salida	Sensor de salida	Habilita el encendido del transporte de salida de la etiquetadora	40	48	0	0	48	0	0	0	20	25	20	40	0	0	0	193	21.83
Grupo de Alimentación de Etiqueta	Freno magnético de bobinas	Controla el giro de las bobinas de etiqueta	40	48	0	0	48	0	0	0	40	25	40	0	0	0	0	193	21.83
Sistema Neumático	Unidad de mantenimiento	Controla el ingreso de presión de aire	40	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	189	21.38
Bloque de Botella en la Entrada	Servomotor Sin Fin.	Transfiere potencia mecánica a sin fin	12	0	0	0	0	0	0	0	100	25	50	0	0	0	0	187	21.15
Sistema de Lubricación	Bomba de inyección de grasa	Envío de grasa a los componentes mecánicos	40	0	0	0	0	0	0	0	100	25	20	0	0	0	0	185	20.93
Sistema de Engomado	Pistón de sistema de engomado	Cercamiento del tambor de goma hacia el tambor de vacío	12	12	12	0	0	15	0	15	100	25	20	0	0	0	0	184	20.81
Transferencia de Etiquetado	Plato de tambor	Soporte del tambor de vacío	12	12	12	0	0	15	0	15	100	25	0	20	0	0	0	184	20.81
Sistema de Rechazo de Botella	Sensores de rechazo	Detectores de botellas mal etiquetadas	20	48	0	0	48	0	0	0	20	0	60	20	15	15	0	183	20.70
Sistema de Rechazo de Botella	Inspector eléctrico de rechazo	Equipo que rechaza botellas mal etiquetadas	20	48	0	0	48	0	0	0	20	0	60	20	15	15	0	183	20.70
Grupo de Corte	Encoder	Determina la posición angular del corte de etiqueta	12	24	0	0	24	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	181	20.48
Sistema de Engomado	Motor de bomba de goma	Transfiere potencia mecánica a bomba	20	36	12	0	24	0	0	0	100	25	0	0	0	0	0	181	20.48
Bloque de Botella en la Entrada	Guía de estrella	Acompañamiento de transmisión de botellas	20	60	12	0	48	0	0	0	20	25	20	20	15	15	0	180	20.36
Bloque de Botella en la Entrada	Estrella entrada a carrusel(E2)	Inicio de transferencia de botella	20	60	12	0	48	0	0	0	20	25	20	20	15	15	0	180	20.36
Transporte de Salida	Polines (Rodillos)	Rodillos de paso para la etiqueta	40	72	24	0	48	0	0	0	0	25	20	20	0	0	0	177	20.02
Bloque de Botella en la Entrada	Sensor inductivo	Sensor de seguridad posicionado al ingreso de la maquina	20	48	0	0	48	0	0	0	20	25	60	0	0	0	0	173	19.57

Bloque de Botella en la Entrada	Sprocket	Piñón dentado para transmitir movimiento a la cadena	0	24	24	0	0	0	0	0	100	25	0	20	0	0	0	169	19.12
Grupo de Alimentación de Etiqueta	Sensor de muesca 1	Determinar la longitud de la etiqueta	40	48	0	0	48	0	0	0	40	0	20	20	0	0	0	168	19.00
Grupo de Corte	Sensor de muesca 2	Determinar la longitud de la etiqueta	40	48	0	0	48	0	0	0	40	0	20	20	0	0	0	168	19.00
Sistema Neumático	Válvula ingreso de Aire	Apertura y cierre de aire	12	48	0	0	48	0	0	0	40	25	0	40	0	0	0	165	18.67
Sistema de Engomado	Sensores de temperatura y de nivel de goma	Controlador de temperatura y nivel del tanque de goma	12	72	24	0	48	0	0	0	40	0	20	20	0	0	0	164	18.55
Sistema de Engomado	Depósito de goma	Tanque donde se deposita el pegamento	20	24	24	0	0	15	0	15	20	25	40	20	0	0	0	164	18.55
Sistema de Engomado	Rascador de goma	Uniformiza la película de goma que va hacia la etiqueta	20	24	24	0	0	0	0	0	40	25	20	20	15	15	0	164	18.55
Sistema de Engomado	Resistencias eléctricas	Calentamientos del sistema de engomado	12	72	24	0	48	0	0	0	40	0	20	20	0	0	0	164	18.55
Sistema de Vacío	Mangueras de vacío	Mangueras por donde viaja el vacío desde la bomba hacia el tambor de vacío y de corte	20	0	0	0	0	15	0	15	100	25	0	0	0	0	0	160	18.10
Tablero Eléctrico	Panel de control	Control y monitoreo de las funciones de la maquina	20	0	0	0	0	15	0	15	100	25	0	0	0	0	0	160	18.10
Sistema de Rechazo de Botella	Pateador de botella	Rechazador de botella mal etiquetada	20	24	0	0	24	0	0	0	20	0	60	20	15	15	0	159	17.99
Bloque de Botella en la Entrada	Estrella de transferencia (E1)	Paso de botella de un componente hacia otra	12	60	12	0	48	0	0	0	40	25	0	20	0	0	0	157	17.76
Carrusel	Platillos	Fondos donde se asienta la botella en el carrusel	40	0	0	0	0	15	0	15	20	0	40	20	15	15	0	150	16.97
Grupo de Corte	Rodillo de alineación	Rodillo que alinea la etiqueta	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	20	20	15	15	0	140	15.84
Transferencia de etiquetado	Presión de aire del tambor de vacío	Soplador de aire para expulsar la etiqueta	40	0	0	0	0	0	0	0	20	25	20	20	15	15	0	140	15.84
Transferencia de etiquetado	Sistema de lubricación manual	Ingreso de grasa manualmente con el aplicador	40	0	0	0	0	0	0	0	0	25	60	0	0	0	0	125	14.14
Grupo de Alimentación de Etiqueta	Bobina porta etiqueta	Base o soporte de rollos de etiqueta	20	0	0	0	0	0	0	0	40	25	0	20	0	0	0	105	11.88
Sistema de Engomado	Cuchilla de extracción de etiqueta	Platina fina que no permite el ingreso de etiqueta al sistema de engomado	20	24	24	0	0	0	0	0	20	0	20	20	0	0	0	104	11.76
Transporte de Salida	Compuerta de acumulación de botella	Sistema de seguridad a la salida de la etiquetadora	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	20	0	0	0	85	9.62
Sistema de Lubricación	Depósito de lubricación automatizada	Cuba donde se almacena la grasa que va hacia al sistema	20	0	0	0	0	0	0	0	20	25	20	0	0	0	0	85	9.62

Sistema Neumático	Acumulador de aire rechazador de botella	Deposito que comprime aire	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	25	0	20	0	0	0	85	9.62
Grupo de Alimentación de etiqueta	Rodillos de paso de etiqueta	Rodillos donde se traslada la etiqueta	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	20	0	0	0	80	9.05
Sistema Neumático	Grupo de mangueras	Conjunto de mangueras	20	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	20	0	0	0	0	60	6.79
Bloque de Botella en la Entrada	Guía del sin fin	Acompañamiento del sin fin que evita el cabeceo de botella	20	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	52	5.88

Fuente: Elaboración Propia

Una vez determinados los componentes críticos se procederá al análisis de modos y efectos de falla de cada componente determinado como crítico.

5.5. Desarrollo del AMEF (ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS)

Se analiza los modos y efectos de falla de los componentes.

5.5.1. Desarrollo de AMEF Llenadora Sidel

Tabla 30: AMEF Llenadora Sidel

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: LLENADORA DE BOTELLAS SIDEL NUMERO DE ACTIVO SAP: 10012948							LISTA DE INSTRUCCIONES PARA PLANIFICACION							
TEMA, ZONA O SECCIÓN DEL ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE'S)	ACTIVIDAD DE DETECCIÓN Y/O PREVENCIÓN (QUÉ Y CÓMO, PARA EVITAR LA CAUSA RAÍZ)	TIEMPO ESTIMADO (HRS)	CLASE ACTIVIDAD	REQUIERE PROCEDIMIENTO	PERSONAL	ESPECIALIDAD	ESTADO EQUIPO	FRECUENCIA
Estrella ingreso botellas (Transporte de botellas de Sopladora a Llenadora)	Juego de pinzas altas D26,5 (B,D y F)	51.8	Sujetar las botellas por el finish para el transporte de botellas (sopladora-llenadora)	No sujeta correctamente e el finish de la botella, botellas inclinadas y botellas caídas	Pinzas desniveladas	Desgaste de casquillos	Revisión de estado de casquillo, resorte, casquillo rodillo, rodillo, perno fijación resorte. De acuerdo al desgaste proceder al cambio.	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Semanal
						Pernos sueltos	Inspeccionar el nivel entre pinzas por medio del comparador, si se encuentra un valor fuera del estándar, proceder al cambio. Verificar el estado de lanas y usar trabador de pernos en el montaje de pernos.	0.5	Inspección Periódica	SI	2	Mecánico	Detenido	Mensual

						Inspección visual de los engranes, e inspeccionar la correcta lubricación y dirección adecuada de chorro de agua a las pinzas	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operación	Diario
						Verificar la lubricación de agua automática, debe activarse cuando este sin botellas por un intervalo de tiempo que pueda ser variable. <u>Direccionar correctamente</u>	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual
						Material fuera de especificación de pines sujetadores de resorte	0.5	Inspección Periódica	No	0	Mecánico	Detenido	Mensual
						Inspeccionar la elongación del resorte con un vernier y el desgaste de los puntos de contacto (Promedio 54mm +/- 0.5mm, medida estándar del resorte.), también tener en cuenta que se encuentren sin desgaste los soportes de ambos lados	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal
					Pinzas no abren y cierran correctamente	Desgaste y/o rotura de resorte							
						Desgaste por falta de lubricación de rodillos	0.5	Mantenimiento Autónomo	NO	1	Operador	Detenido	Mensual
						Inspección de los rodillos, revisar el desgaste, de rodillo y casquillo, de acuerdo a desgaste proceder al cambio							
						Estrella de entrada llenadora desfasada respecto de las pinzas de toma de botellas	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual
						Sincronizar la estrella de entrada respecto de las pinzas, de acuerdo a un procedimiento							
						Estrella de transporte de botellas no reguladas para el formato que se está trabajando	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario
						Regular las estrellas según el formato de producción o de acuerdo al formato programado							
						Estrella de entrada llenadora desfasada respecto del carrusel de llenado	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Semanal
						Sincronizar la estrella respecto del carrusel de llenado, de acuerdo a un procedimiento							
						La altura de las horquillas de soporte botellas de	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Trimestral
						Controlar la altura de todas las válvulas y disponerlas más bajas en la medida de 0,5 mm							1

						las válvulas de llenado es inadecuada respecto de las estrellas de entrada	respecto de la estrella (regulación leva de bajada horquillas de válvula de llenado)								
						Carrusel de llenado desfasado respecto de la estrella de salida	Sincronizar el carrusel de llenado respecto de la estrella de salida	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual	
						Altura incorrecta de las horquillas de soporte de botellas de válvulas de llenado respecto del tobogán giratorio de la estrella de salida	Controlar la altura de todas las horquillas y regular la altura del tobogán giratorio	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual	
						Estrella de salida desfasada respecto de la capsuladora	Sincronizar la estrella respecto de la capsuladora	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Semanal	
						Guía salida de botellas desde la capsuladora de formato erróneo	Sustituir la guía, y revisar codificado de todos los formatos que se encuentren de una manera visible	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario	
Estrella ingreso botellas (Transporte de botellas de Sopladora a Llenadora)	Juego de pinzas bajas D26,5 (A,C,E y G)	51.8	Sujetar las botellas por el finish para el transporte de botellas (sopladora-llenadora)	No sujeta correctamente el finish de la botella, botellas inclinadas y botellas caídas	Pinzas desniveladas	Desgaste de casquillos	Revisión de estado de casquillo, resorte, casquillo rodillo, rodillo, perno fijación resorte. De acuerdo al desgaste proceder al cambio	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Semanal	
						Pernos sueltos	Inspeccionar el nivel entre pinzas por medio del comparador, si se encuentra un valor fuera del estándar, proceder al cambio. Verificar el estado de laines y usar trabador de pernos en el montaje de pernos.	0.5	Inspección Periódica	SI	2	Mecánico	Detenido	Mensual	
						Desgaste por falta de lubricación de engranes	Verificar la lubricación de agua automática, debe activarse cuando este sin botellas por un intervalo de tiempo que pueda ser variable .Direccionar correctamente	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual	
						Material fuera de especificación de	Inspección de pernos sujetadores, si al revisar se	0.5	Inspección Periódica	No	0	Mecánico	Detenido	Mensual	

					pinos sujetadores de resorte	encuentran gastados proceder al cambio, mejorar la calidad de los pernos sujetadores.								
					Pinzas no abren y cierran correctamente	Desgaste y/o rotura de resorte	Inspeccionar la elongación del resorte con un vernier y el desgaste de los puntos de contacto (Promedio 54mm +/- 0.5mm, medida estándar del resorte.), también tener en cuenta que se encuentren sin desgaste los soportes de ambos lados	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal
						Desgaste por falta de lubricación de rodillos	Inspección de los rodillos, revisar el desgaste, de rodillo y casquillo, de acuerdo a desgaste proceder al cambio	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Mensual
Estrella salida de botellas (Transporte de Llenadora a Capsulador).	Juego de pinzas bajas D26,5 (H)	51.8	Sujetar las botellas por el finish para el transporte (carrusel-capsulador)	No sujeta correctamente el finish de la botella, botellas inclinadas y botellas caídas	Pinzas desniveladas	Desgaste de casquillos	Revisión de estado de casquillo, resorte, casquillo rodillo, rodillo, perno fijación resorte. De acuerdo al desgaste proceder al cambio	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Semanal
						Pernos sueltos	Inspeccionar el nivel entre pinzas por medio del comparador, si se encuentra un valor fuera del estándar, proceder al cambio. Verificar el estado de lanas y usar trabador de pernos en el montaje de pernos.	0.5	Inspección Condición	SI	2	Mecánico	Detenido	Mensual
						Desgaste por falta de lubricación de engranes	Verificar la lubricación de agua automática, debe activarse cuando esté sin botellas por un intervalo de tiempo que pueda ser variable .Direccionar correctamente	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual
						Material fuera de especificación de pinos sujetadores de resorte	Inspección de pernos sujetadores, si al revisar se encuentran gastados proceder al cambio, mejorar la calidad de los pernos sujetadores.	0.5	Inspección Periódica	No	0	Mecánico	Detenido	Mensual
						Pinzas no abren y cierran correctamente	Desgaste y/o rotura de resorte	Inspeccionar la elongación del resorte con un vernier y el desgaste de los puntos de contacto (Promedio 54mm +/- 0.5mm, medida estándar del resorte.), también tener en cuenta que se encuentren sin	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido

						desgaste los soportes de ambos lados									
						Desgaste por falta de lubricación de rodillos	Inspección de los rodillos, revisar el desgaste, de rodillo y casquillo , de acuerdo a desgaste proceder al cambio	0.5	Mantenimiento Autónomo	NO	1	Operador	Detenido	Mensual	
						Estribo estabilizador no sujeta correctamente la botella	Desgaste de estribo estabilizador	Inspección de estribo sujetador, al observar desgaste proceder al cambio y/o mejorar el material de fabricación del estribo	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual
Sección giratoria	Válvula de llenado	50.9	Dosificar el ingreso de bebida a la botella Pet en la medida especificada en el formato programado	Dosificación fuera de especificación	Fuga de aire y gases (CO2 y aire estéril) de proceso	Desgaste de actuadores, membranas y juntas	Cambio kit válvula de llenado y/o cambio por otra válvula de llenado en stanby	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal	
							Cambio kit válvula de llenado y/o cambio por otra válvula de llenado en stanby		Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Anuual	
					Falta de Hermeticidad válvula de llenado	Fugas de bebida por rotura de campana hermetizadora de válvula	Cambio kit válvula llenado, específicamente cambio de goma de sellado hermético de válvula de llenado. Comprobar que el cuello de la botella no esté astillado ni sea defectuoso Comprobar que no haya material anómalo sobre la campana de centraje.	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal	
						Lavado externo deficiente, acumulación de melaza de bebida genera pérdida de hermetización.	Comprobar correcta posición de las boquillas de lavado de la válvulas de llenado	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal	
					Tornillos de sujeción sueltos	Torque inadecuado al ajuste tornillos de fijación	Comprobar que los tornillos de sujeción de la válvula estén correctamente apretados y con trabador de perno.	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal	
					Rodillos en mal posición por desgaste	Rodillos no giran , se encuentran trabados, desgastados	Comprobar que la rotación de los rodillos fuera de la leva se realice sin bloqueos e impedimentos, que tenga juego axial, y se encuentren en buen estado. Caso contrario realizar el cambio de rodillos.	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal	

					Pérdida de presión de aire en electroválvulas del ciclo de llenado	Conectores y mangueras dañados	Comprobar desgaste de conectores y mangueras , detectar fugas de aire por ultrasonido	1	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Semanal
				Válvula no habilitada desde el panel de mando operador	No se habilitó correctamente por parte de operador		Generar un Check list de arranque de producción que verifique habilitación y sincronismo correcto de válvulas de llenado. Y al personal nuevo realizar inducción.	0,25	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario
					Error de transmisión entre el master y la llave de paso electrónica		Sustituir la tarjeta electrónica de la llave de paso, transmisión de comandos, revisar cableado y terminales	0,25	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario
					Sensor de presencia de botellas mal alineado o mal funcionamiento		Comprobar el correcto funcionamiento del sensor de presencia de las botellas al ingreso de llenadora	0,25	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario/Semanal
					Boquilla de descompresión obstruida		Realizar el desmontaje del cuerpo de válvula de compuerta de grupo membrana. Revisar y Limpiar la boquilla de descompresión, si es necesario sustituir.	0,5	Mantenimiento Autónomo	NO	1	Operador	Detenido	Semanal
				Espumeo Todas las válvulas de llenado	Fase de descompresión no efectuada debido a que la electroválvula es defectuosa		Medir la resistencia del bobinado de electroválvula, si marca 0 ohmios está en cortocircuito, si marca infinito el bobinado está abierto, sustituir en ambos casos la electroválvula de descompresión.	0,5	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Detenido	Semestral
					Fase de descompresión no efectuada debido a que la salida de la tarjeta electrónica está dañada		Sustituir la tarjeta electrónica correspondiente	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Eléctrico	Detenido	Diario
					Presión en el depósito insuficiente		Regular la presión adecuada al producto.	0,5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Semanal

						Sincronización de la llenadora incorrecta	Sincronizar la llenadora, según el procedimiento establecido.(ver manual de operación)	1	Inspección Periódica	SI	2	Eléctrico	Detenido	Mensual
						Temperatura del producto demasiado elevada	Revisar y regular temperatura del mixer a la temperatura correspondiente al producto	0,5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario/Semanal
Colector central superior	Distribuidor eléctrico	49.5	Conexión eléctrica a través de un ensamblaje rotativo, que va en la parte superior del carrusel. Proporciona señales eléctricas para electroválvulas y sondas	Electroválvulas y sondas en falla	No llega voltaje	Desgaste de escobillas	Comprobar los sujetadores del colector, si es necesario alinear y centrar	0.25	Mantenimiento Autónomo	NO	2	Operador	Detenido	Semestral
						Falso contacto en bornes	Revisar el cableado de alimentación, los terminales de conexión, realizando un reajuste de pernos según el torque establecido	0.25	Inspección Periódica	No	2	Eléctrico	Detenido	Semanal
						Voltaje intermitente	Desgaste rodamientos	Revisar el juego del colector al girar, el sonido o vibración	0.25	Mantenimiento Autónomo	NO	2	Operador	Detenido
	Distribuidor neumático	46.8	Su función es transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pesar de un ángulo distinto. Suministra aire a la parte giratoria del carrusel.	Falta de aire en parte de carrusel	Racor con fugas de aire	Desgaste de juntas	Revisar fugas de aire por ultrasonido, si es necesario proceder al cambio	0.5	Inspección Periódica	SI	1	Mecánico	Detenido	Semanal
Motorización principal	Comando ENCODER de seguridad P.141	48.4	El encoder es un transductor rotativo, que mediante una señal eléctrica sirve para indicar la posición angular de un eje, velocidad y aceleración del rotor de un motor.	No realiza correctamente el ciclo de llenado	Máquina fuera de fase electrónica	Atracón de llenadora	Puesta en fase electrónica del encoder, según el procedimiento establecido	2	Inspección Periódica	SI	2	Eléctrico	Detenido	Mensual
	Eje de Cardán D.6480	46.3	Su función es transmitir el movimiento de rotación del reductor principal al	Botellas mal posicionadas	Desgaste de estribo estabilizador	Capuchones desgastados	Controlar visualmente la estanqueidad de los capuchones del cardán. Control visual de capuchones de árbol de Cardán, que la goma no presente fisuras de ningún tipo,	0.2	Mantenimiento Autónomo	NO	2	Operador	Detenido	Semanal

			reductor del basamento, parte del capsulador a pesar de un ángulo distinto.				grietas o roturas, es posible que haya fugas de grasa al exterior y que la articulación se desgaste de forma prematura.							
						Capuchones rotos	Sustituir capuchón roto.	1	Mantenimiento Autónomo	NO	2	Operador	Detenido	Semanal
					Desfase ingreso de botellas al carrusel	Cardán gastado	Aflojar las tuercas de la brida del cardán. Poner en fase el carrusel llenadora utilizando el cubo multi-perforado.	2	Inspección Periódica	SI	2	Mecánico	Detenido	Mensual
				Pernos aflojados		Revisar los pares de apriete, Apretar los pernos aflojados según los pares de apriete recomendados por el fabricante y aplicar trabador de pernos.	2	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Mensual	
				Juegos o desgaste excesivo		Mediante una llave Stilson mover el cardán en ambas direcciones y comprobar que no haya juegos en la cruceta. Si los juegos fueran excesivos .Sustituir el cardán.	2	Inspección Periódica	SI	2	Mecánico	Detenido	Semanal	
				Falta de grasa		Controlar visualmente posibles fugas de grasa, desmontando el capuchón, verificar la cantidad de grasa y el estado de la grasa, si es necesario realizar una limpieza y sustitución completa del elemento lubricante según los periodos establecidos por el fabricante.	2	Inspección Periódica	SI	1	Mecánico	Detenido	Trimestral	
Motorización principal	Sistema de lubricación automática	45	Un sistema de lubricación centralizada suministra constantemente y a ciertos intervalos lubricante a las partes necesarias con la máquina trabajando y todos estos últimos en movimiento. Realizar	Distribuidor de lubricación no suministra lubricante a partes móviles.	Exceso de ruido y vibración	Distribuidor tapado	Revisar los puntos de lubricación, Desconectar mangueras del distribuidor, en caso estén tapados realizar limpieza y/o reemplazo	1	Lubricación	SI	2	Lubricador	Detenido	Semanal
							Realizar inspección de la bomba centralizada de la cuba que esté llena y que no haya rotura de mangueras y limpieza de exceso de grasa, reportar si hubiera una anomalía o falta de grasa en cuba.	0.25	Lubricación	SI	1	Lubricador	Operando	Semanal
							Comprobar que la bomba de lubricación centralizada este prendida y en AUTOMATICO	0.1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Diario

			lubricación de elementos móviles por puntos cremallera carrusel, piñón de ataque, engranajes de transmisión, rodamiento árbol capsuladora, tronco central capsuladora.			en el panel de control del operador al inicio de turno, en subpágina de Engrase General Máquina. Vueltas Pausa Engrasado 50 (lap), 15(lap), Tiempo Límite Ciclo 00:15:00, 00:00:00 y Ciclo 2, 0 1. Visualización valores de reset de las revoluciones y de los tiempos de engrase 2. Zona visualización valores Actuales (corrientes) de conteo de las revoluciones y de los tiempos de engrase. Reportar si hubiera una anomalía o exceso de consumo de grasa.								
						Llenar grasa Klubersynth UHI 14-222 (SAP: 355092) a la cuba de bomba de lubricación centralizada, limpiar grasa excedente, la cuba tiene una capacidad de 1500 gramos de grasa. Ver cuadro de lubricación Llenadora Sidel Eurotrónica.	1	Lubricación	SI	1	Lubricador	Operando	Mensual	
			Falta de lubricante	Cuba de lubricación vacía	Revisar periódicamente la cuba de lubricante.		0.5	Lubricación	NO	1	Lubricador	Detenido	Semanal	
			Bomba defectuosa	Bomba con mucha vibración	Revisar periódicamente los componentes internos de la bomba de lubricación		0.5	Inspección Periódica	NO	1	Mecánico	Detenido	Semanal	
				Conector roto	Revisar fuga de lubricante por los conectores		2	Mantenimiento Autónomo	NO	2	Operador	Detenido	Semanal	
			Derrame de lubricante	Manguera rota	Comprobar que la grasa entre a todas las zonas de la máquina y sobretodo que salga del tubo de purga de los engrasadores de los ejes.		0.25	Lubricación	SI	1	Lubricador	Operando	SEMANAL	
					Controlar que no haya pérdida a lo largo de los tubos ni en los racores.		0.25	Lubricación	SI	1	Lubricador	Operando	SEMANAL	
					Comprobar la integridad de todos los tubos flexibles que desde los distribuidores llegan a cada punto de la máquina, prestando una atención		0.25	Lubricación	SI	1	Lubricador	Operando	SEMANAL	

						especial a las zonas de carga y descarga de las botellas.									
Motorización principal	Encoder Combi RV160	45.7	El encoder es un transductor rotativo, que mediante una señal eléctrica sirve para indicar la posición angular de un eje, velocidad y aceleración del rotor de un motor para sincronizar con Sopladora	Encoder no identifica la posición angular del eje (No sincroniza con sopladora)	Falta de sincronismo	Encoder invertido o dañado	Verificar estado de encoder, fijación de perno, posición	1	Inspección Periódica	NO	1	Eléctrico	Detenido	Mensual	
	Caja reductora principal RV160/20 B5	44.5	Cuerpos compactos formados por uno o varios pares de engranajes que ajustan la velocidad y la potencia mecánica que genera un motor eléctrico, y que precisan que la velocidad del motor se adapte a la velocidad para que funcione.	Eje de caja reductora no gira	No hay movimiento rotacional del eje de caja reductora	Engranajes con desgaste	Verificar nivel de aceite, realizar análisis vibracional	0.5	Lubricación	NO	1	Lubricador	Detenido	Mensual	
	Caja reductora principal RV160/20 B5						Verificar nivel de aceite, si es necesario aumentar, realizar análisis vibracional	0.5	Lubricación	NO	1	Lubricador	Detenido	Trimestral	
	Caja reductora principal RV160/20 B5						Desmontaje de caja reductora para revisar el estado de los engranajes .Realizar análisis de aceite, realizar análisis vibracional	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Anual	

Fuente: Elaboración Propia

5.5.2. Desarrollo de AMEF Sopladora Sidel

Tabla 31: AMEF Sopladora Sidel

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: SOPLADORA DE BOTELLAS SIDEL NUMERO DE ACTIVO SAP: 10012945							LISTA DE INSTRUCCIONES PARA PLANIFICACION							
TEMA, ZONA O SECCIÓN DEL ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD COMPONENTE	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE/S)	ACTIVIDAD DETECCIÓN Y/O PREVENCIÓN (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	REQUIERE PROCEDIMIENTO PERSONAL	ESPECIALIDAD	ESTADO EQUIPO	FRECUENCIA	
Sistema de soplado	Motorreductor Principal	60.6	Transmisión Eléctrica - Mecánica Movimiento de rueda de soplado, Es el sistema de transmisión que ponen en rotación y sincronizan los elementos de la máquina .Arrastra el reductor de par cónico, el árbol de salida del reductor, arrastra vías las correas, los elementos de la máquina	Excesiva vibración	Motor sobrecargado	Rodamientos dañados	Revisar mediante inspección visual, equipo predictivo vibracional. Realizar monitoreo por ultrasonido en el motor, si el valor del ruido excede los 15 Db, proceda a notificar, registrar valores de medición	2	Monitoreo De Condición	Si	1	Mecánico	Operación	Trimestral
					calentamiento excesivo	Sobreesfuerzo	Medición de temperatura con termografía, medición de consumo de corriente al arrancar producción	0.5	Monitoreo De Condición	Si	1	Eléctrico	Operación	Mensual
				No transmite movimiento a la caja reductora	Falla de aislamiento	Aislamiento de bobinado deficiente	Medición de aislamiento de los bobinados	1	Inspección Periódica	si	1	Eléctrico	detenido	Semestral
							Medición de consumo de amperaje	0.25	Inspección Periódica	No	1	Eléctrico	Operación	Semanal
					Falla de sobrecarga	Nivel de lubricante bajo	Medición de nivel de lubricante, Verificar en el visualizador el nivel, Análisis del lubricante	0	Inspección Periódica	Si	1	Mecánico	Detenido	Semestral

				No transmite movimiento a la caja reductora	Falla de sobrecarga	lubricante pierde propiedades	Cambio periódico de lubricante según cronograma anual, análisis de lubricante	2	Monitoreo De Condición	Si	1	Mecánico	Detenido	Trimestral	
					Falla de fase	Conexión eléctrica mal apretada	Revisión periódica de ajuste de bornes, Ajuste de torque, según dimensiones del terminal del cable	1	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral	
					Falla aleatoria	Cableado de potencia golpeado	Revisión periódica de cableado de tablero eléctrico a motor	1	Inspección Periódica	No	1	Eléctrico	Operación	Semestral	
					Falla de instalación	Fase de motor invertida	Comprobar el sentido de giro del motor, después de realizar montaje del motor	0,5	Mantenimiento Planificado	No	1	Eléctrico	Operación	Condicional	
Portamolde	Unidad portamolde	55.7	Unidad donde se alojan los moldes o coquiles de los diferentes formatos	Apertura y cierre defectuoso	Botella mal soplada	Rodamiento de mando Apertura y cierre de moldes descalibrado	Calibración de rodamiento de mando de A/C con respecto a la leva de A/C	0.5	Mantenimiento Autónomo	Sí	2	Operador	Detenido	Semanal	
				Portamolde no abierto	Molde ocupado		Accionamiento dedos de bloqueo defectuoso	Revisión del estado dedos de bloqueo, revisión del conjunto de bloqueo dedos.	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Condicional
							Falta de lubricación	Limpieza y lubricación del conjunto dedos de bloqueo	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Condicional
							Desgaste dedos de bloqueo	revisión de superficie dedos de bloqueo, si tiene desnivel proceder al cambio	1	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Condicional
							Rotura de eje mando de rodamiento A/C de moldes	Cambio de eje mando rodamiento A/C moldes	1	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Operador	Detenido	Condicional
							Preforma atascada en dedos de bloqueo	Inspección visual de preforma atascada en dedos	1	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Condicional
							Botella atascada en portamolde	Inspección visual de botella atascada en portamolde	1	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Condicional
							compensación de moldes defectuoso	Revisar desgaste de o ring de compensación, revisar fugas de aire por la parte inferior, superior y costados.	1	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Operador	Detenido	Semestral

						Amortiguador de cierre de portamolde mal regulado	Revisar la regulación del amortiguador de impacto distancia de vástago amortiguador 11mm, Ajuste caras mínimo 0.20mm, máximo 0.25mm	0.25	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Operador	Detenido	Mensual
						Amortiguador de cierre portamolde malogrado	Verificar el estado y realizar el cambio de amortiguador	0.5	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Operador	Detenido	Condicional
Transferencia de preformas	Brazos de transferencia preformas	51.1	Realiza la transferencia de preformas del horno hacia los moldes en rueda de soplado; introducir y desmontar los artículos entre la rueda del horno, la rueda de soplado	Falta de pinza de transferencia	Altura de sensor incorrecto	Sensor detector de brazo suelto	Verificar altura correcta de sensor, realizar el ajuste de altura de sensor magnético con respecto al brazo de transferencia de preformas	0.25	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
				Pinza descalibrada	pinza no sujeta correctamente	pinza doblada	Verificar alineación de pinzas de todos los puestos	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				Brazo descalibrado	Brazo no encaja correctamente en finish de botella	Brazo descalibrado por atracción	Retirar brazo de transferencia, Realizar la calibración con herramental	1	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				Rodamiento de brazos gastados	Brazo desalineado	Desgaste de rodamientos	Revisar estado de los rodamientos de los brazos de transferencia de todos los puestos	1	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				Brazo de transferencia suelto	Botellas no sujetadas correctamente	pernos de ajuste sin trabador	Verificar en cada montaje el uso de trabador según tabla de ajuste de pernos.	0.5	Inspección Condición	Si	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				No sujeta correctamente la preforma	pinza fuera de posición	Resorte roto	Verificar el estado de los resortes de los brazos	0.5	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Mecánico	Detenido	Mensual
				No sujeta correctamente la preforma	pinza fuera de posición	Pista de guía con suciedad	Verificar el estado de las guías o pistas, si es necesario realizar limpieza y verificar si tiene desgaste o desnivel	1	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Semanal
				No sujeta correctamente la preforma	pinza fuera de posición	sobresfuerzo en tórnela de horno	Verificar el sincronismo del horno, posición correcta de los brazos de transferencia	1	Inspección Periódica	Si	2	Operador	Detenido	Semanal
				No sujeta correctamente la preforma	Pinza fuera de posición	Atracción de preformas en molde	Verificar el sincronismo del conjunto de brazos con sincronismo de moldes	1	Inspección Periódica	Si	1	Operador	Detenido	Semanal

				nte la preforma		Atracón por resorte roto	Verificar el desgaste de los resortes de todos los puestos	1	Inspección Periódica	Si	1	Operador	Detenido	Semanal
Transferencia de Botellas	Brazos de transferencia de botellas	51.1	Realiza la transferencia de botellas de la rueda de soplado hacia salida sopladora	Falta de pinza de transferencia	Altura de sensor incorrecto	Sensor detector de brazo suelto	Verificar altura correcta de sensor, realizar el ajuste de altura de sensor magnético con respecto al brazo de transferencia de preformas	0.25	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
				Pinza descalibrada	pinza no sujeta correctamente	pinza doblada	Verificar alineación de pinzas de todos los puestos	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				Brazo descalibrado	Brazo no encaja correctamente en finish de botella	Brazo descalibrado por atracón	Retirar brazo de transferencia, Realizar la calibración con herramienta	1	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				Rodamiento de brazos gastados	Brazo desalineado	Desgaste de rodamientos	Revisar estado de los rodamientos de los brazos de transferencia de todos los puestos	1	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				Brazo de transferencia suelto	Botellas no sujetadas correctamente	pernos de ajuste sin trabajador	Verificar en cada montaje el uso de trabajador según tabla de ajuste de pernos.	0.5	Inspección Condición	Si	1	Mecánico	Detenido	Condicional
				No sujeta correctamente la preforma	pinza fuera de posición	Resorte roto	Verificar el estado de los resortes de los brazos	0.5	Mantenimiento Autónomo	Si	1	Mecánico	Detenido	Mensual
				No sujeta correctamente la preforma	pinza fuera de posición	Pista de guía con suciedad	Verificar el estado de las guías o pistas, si es necesario realizar limpieza y verificar si tiene desgaste o desnivel	1	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Semanal
				No sujeta correctamente la preforma	pinza fuera de posición	sobresfuerzo en tórnela de horno	Verificar el sincronismo del horno, posición correcta de los brazos de transferencia	1	Inspección Periódica	Si	2	Operador	Detenido	Semanal
				No sujeta correctamente la preforma	Pinza fuera de posición	Atracón de preformas en molde	Verificar el sincronismo del conjunto de brazos con sincronismo de moldes	1	Inspección Periódica	Si	1	Operador	Detenido	Semanal
					Atracón por resorte roto	Verificar el desgaste de los resortes de todos los puestos	1	Inspección Periódica	Si	1	Operador	Detenido	Semanal	
Sistema de Mando Sopladora	PLC principal de soplado	50	Controlador Lógico Programable ,computadora usada en la	No llega señal de sensor	Sensor no detectado	Falla en módulos de Entrada/Salida	Verificar el estado de sensor de campo, verificar si llega señal al PLC. Si es necesario realizar el cambio de sensor, realizar la calibración del nuevo sensor a	0.5	Mantenimiento Planificado	Si	1	Eléctrico	Operación	Mensual

			automatización industrial, para automatizar los procesos electromecánicos de la Sopladora	PLC no enciende	PLC apagado	Falla de fuente de alimentación	Medición de voltaje de ingreso de Fuente de alimentación	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Operación	Mensual
				PLC se cuelga	PLC en Stanby	Falla de batería de respaldo durante un corte de energía	Verificar el tiempo de fecha de cambio ultimo de las baterías de respaldo	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
					PLC en stanby	Problemas de red y comunicación	Verificar las conexiones, cableado y terminales, Swiths de las redes de comunicación	1	Inspección Periódica	Si	2	Eléctrico	Detenido	Trimestral
					PLC en stanby	PLC con exceso de polvo	Revisar el estado de los ventiladores filtros del PLC y tablero eléctrico, Limpieza de filtros y ventiladores.	1	Inspección Periódica	No	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
					PLC en stanby	PLC con fuga a tierra	Revisar el estado de conexión a tierra el PLC.	0.5	Inspección Periódica	No	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
					PLC en stanby	Interferencia electromagnética y de radiofrecuencia	Verificar en canaletas la separación de los cables de fuerza y cables de señalización, mando	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
Sistema de Soplado	Colector Eléctrico	49.5	Mediante un racor giratorio se transmite energía eléctrica a la parte giratoria de la sopladora	No llega señal a parte giratoria	Falta de tensión en módulos ET	Módulos ET en falla	Verificar la tensión de alimentación al ingreso de los tableros eléctricos en la parte giratoria de la rueda de soplado	1	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
Calentamiento de preformas	Módulos de control de potencia de lámparas Infrarrojas	45.9	Regulan la potencia de las lámparas Infrarrojas en forma automática	Lámparas infrarrojas no encienden	Falta de tensión de alimentación en módulo de control	Llave termo magnética desactivada	Verificar la tensión de alimentación al ingreso del módulo de control de lámparas infrarrojas	0.5	Inspección Periódica	No	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
					No enciende lámpara infrarroja	Filamentos rotos de lámpara infrarroja	Verificar el estado de lámparas infrarrojas, Inspeccionar visualmente, Inspeccionar con multímetro.	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
					No enciende lámpara infrarroja	Lámpara infrarroja rota	Verificar el estado de lámparas infrarrojas, verificar el estado de reflectores y cerámica cercanos a la lámpara infrarroja dañada	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
					Lámparas infrarrojas con baja intensidad	Potencia baja de lámpara infrarroja	Regulación deficiente	Verificar la regulación y potencia adecuada en panel de mando, Revisar el estado del módulo de control.	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido

				Potencia baja de lámpara infrarroja	Comunicación de Profibus deficiente	Verificar el cable de comunicación de todos los puntos de conexión.	1	Inspección Condición	Si	1	Instrumentista	Detenido	
			No calienta la lámpara infrarroja	Temperatura baja	Llave termo magnética Desactivada	Verificar el consumo de corriente en las tres fases, si el consumo es excesivo revisar las causas.	0.5	Mantenimiento Planificado	Si	1	Eléctrico	Detenido	Semestral
				lámparas apagadas	Módulo de control de potencia defectuoso de zona X	Proceder al cambio de módulo control de potencia de la zona defectuosa.	1	Monitoreo De Condición	Si	1	Instrumentista	Detenido	Semestral
				Lámpara infrarroja inoperativa	Lámpara infrarroja con filamentos rotos	Proceder al cambio de lámpara infrarroja defectuosa	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido	Anual
			Calentamiento deficiente	Temperatura deficiente	Lámpara infrarroja opaca	Limpieza de lámpara infrarroja. Sustitución de lámpara infrarroja	0.5	Inspección Periódica	Si	1	Eléctrico	Detenido	Anual

Fuente: Elaboración Propia

5.5.3. Desarrollo de AMEF Termocontraible Cermex

Tabla 32: AMEF Termocontraible Cermex

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: TERMOENCOGIBLE CERMEX L3 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10012961							LISTA DE INSTRUCCIONES PARA PLANIFICACIÓN							
SUBSISTEMA, ZONA O SECCIÓN DEL ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE'S)	ACTIVIDAD DE DETECCION Y/O PREVENCIÓN (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	REQUIERE PROCEDIMIENTO PERSONAL	ESPECIALIDAD	ESTADO EQUIPO	FRECUENCIA	
Calentamiento túnel del horno Zonas 1, 2, 3, y 4	Conjunto de resistencias Zona 1, 2, 3 y 4	41.52	Calentar túnel del horno de las zonas 1, 2, 3, y 4.	No sube la temperatura en determinada zona del horno, al valor requerido en la receta.	Corto circuito del paquete de resistencias deja termo magnética abierta	Mala instalación del paquete resistencias.	Medir la resistencia con respecto a la masa (tierra).	1	Monitoreo De Condición	No	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Mala fabricación del paquete de resistencias.	Medir el ohmmiaje del paquete de resistencias antes de la instalación.	1	Monitoreo De Condición	No	1	Eléctrico	Detenido	Semestral
					Paquete de resistencias fundido - quemado	Aumento de temperatura en una sola zona.	Verificar que la temperatura no exceda los valores de la receta, durante la operación.	0.5	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Operación	Diario
						Deficiencia de red eléctrica (pico de corriente).	Instalar un estabilizador de tensión.	6	Rediseño	No	1	Eléctrico	Detenido	Anual
					Mala señal de una termocupla	Falso contacto.	Inspeccionar la instalación eléctrica y las borneras en el tablero correspondiente.	0.5	Mantenimiento Planificado	No	1	Eléctrico	Detenido	Semestral
							Inspeccionar y verificar del valor de la temperatura según la receta.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	En operación	Diario

Conjunto de ventiladores Zona 1, 2, 3, y 4	41.52	Distribuir la temperatura de las zonas 1, 2, 3 y 4 según receta	No distribuye correctamente la temperatura (Paquete mal formado)	Motor eléctrico con ruido	Rodamiento dañado.	Monitoreo por ultra sonido en el motor, el valor no debe exceder los dpb, registrar y notificar	0.5	Monitoreo De Condición	No	1	Mecánico	En operación	Semestral	
				Ruido en ventilador	Ventilador desbalanceado.	Inspeccionar los ventiladores, buscando rozamiento, ruido o elevación de temperatura.	1	Inspección Condición	No	1	Maquinista	En operación	Mensual	
				Motor eléctrico con sobrecarga	Recalentamiento de bobinas por rodamiento dañado y presencia de humedad.	Inspeccionar el seteo de la corriente en los guardamotores.	1	Monitoreo De Condición	No	1	Eléctrico	Detenido	Semestral	
						Medir el consumo de corriente del motor (ver placa del motor, 1.5 amp).	1	Monitoreo De Condición	No	1	Eléctrico	Operación	Semestral	
				Motor eléctrico con sobrecarga	Ventilador con suciedad.	Limpiar la succión y las paletas del ventilador.	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Maquinista	Detenido	Semestral	
				Sobre voltaje en motor	Deficiencia de red eléctrica (pico de corriente).	Instalar un estabilizador de tensión.	0	Rediseño	No	1	Eléctrico	Detenido	Anual	
Mesa de aspiración	Cuchilla de corte	29.98	Cortar el film de forma transversal. (Se acumula film final de la mesa de aspiración)	Film no llega a la mesa de recubrimiento (Se acumula film final de la mesa de aspiración)	Cuchilla no corta de manera uniforme el film	Cuchilla con desgaste en el filo	Inspeccionar visualmente la cuchilla al inicio de la producción y registrar en el check list del operador.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario
					Cuchilla rota	En las intervenciones en la máquina por film atracado tener cuidado de no dañar la cuchilla.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario	
Agrupador de botellas	Tapete ciclador	29.07	Transportar grupo de botellas.	No transporta adecuadamente grupo de botellas y se genera caída de botellas sobre el tapete	Tapete de ciclador con suciedad	Sedimento del lubricante de los transportes llega al tapete.	Limpiar el sedimento de lubricante al inicio de la producción y registrar en el check list del operador.	0.25	Mantenimiento Autónomo	No	1	Maquinista	Detenido	Diario
					Tapete ciclador dañado	Mala calidad de tapete.	Inspeccionar el estado del tapete buscando cortes, bolsas de aire.	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Maquinista	Detenido	Mensual
						Mala regulación de las guías laterales.	Verificar la regulación de las guías laterales antes del inicio de producción.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario
Mesa de aspiración	Sistema de fajas	26.81	Mantener el film adherido a la mesa de aspiración.	Film no se adhiere correctamente a la mesa de aspiración, el film no llega correctamente	Faja trabada	Mala práctica: al retirar el film atorado uso de navaja.	Inspeccionar la limpieza de los rodillos y las fajas de vacío.	0.5	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario
					Fajas estiradas	Tiempo de uso.	Inspeccionar el estado de las fajas, buscando faja dañada,	0.25	Inspección Condición	No	1	Mecánico	Operación	Mensual

				e al transporte del envolvedor.			fajas estiradas, y reportar el estatus en la orden.							
Banda modular de ingreso	Banda modular	25.57	Transportar botellas.	Banda modular no gira	Faltan botellas al ingreso del Cermex	Sobre corriente en el motor.	Inspeccionar la lubricación de la manta (ECOLAB).	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Operación	Diario
					Banda modular dañada	Mala manipulación de la banda al desmontar para la limpieza del lubricante.	Inspeccionar la condición de la banda modular, buscando eslabones o pasadores rotos.	0.25	Inspección Condición	No	1	Mecánico	Operación	Mensual
						Mala regulación en el montaje.	Verificar que los dientes del piñón coincidan con la ranura de la manta en todo el ancho de la manta.	0.5	Mantenimiento Planificado	No	1	Mecánico	Detenido	Semestral
Mesa de aspiración	Tren de transmisión	25	Dar movimiento regulado a las fajas según el formato.	Film no sube con normalidad a la mesa	Dificultad en el giro de los rodillos	Suciedad y cuerpos extraños en el tren.	Limpiar los componentes del tren (cadenas rodillos piñones), llenar el registro de mantenimiento.	1	Mantenimiento Autónomo	No	1	Maquinista	Detenido	Mensual
Ciclador de recubrimiento	Servomotor ciclador del tapete de recubrimiento.	23.64	Motorizar el tapete de recubrimiento.	No transporta botella el tapete del ciclador	Servomotor apagado	Mala regulación (exceso de tensión en el estirado del tapete).	Verificar el consumo de corriente del servomotor (1.6 amp según la placa del motor).	0.5	Monitoreo De Condición	No	1	Eléctrico	En operación	Semanal
Separador de botellas	Servomotor delantero y posterior	22.29	Motorizar la botella en los correedores.	Caída de botellas sobre el transporte del agrupador.	Defecto en los soportes "C", rodamientos seguidor de leva	Falta de lubricación.	Limpiar y lubricar según cartilla de lubricador, llenar registro y reporte.	0.5	Lubricación	No	1	Lubricador	Detenido	Quincenal
Agrupador de botellas	Servomotor del ciclador (tapete agrupador)	21.72	Motorizar a las barras del ciclador.	Film no cubre correctamente el paquete	Barras del ciclador no desliza correctamente	Falta de lubricación.	Limpiar y lubricar según cartilla de lubricador, llenar registro y reporte.	0.5	Lubricación	No	1	Lubricador	Detenido	Quincenal
	Transmisión del ciclador		Transportar sincronizada las botellas y las barras del ciclador.	Caída de botellas en la transmisión de las botellas del ciclador.	La cadena de arrastre de las barras del ciclador no corre de	Falta de limpieza de las correderas de la cadena.	Inspeccionar y limpiar al inicio de la producción. Registrar en el check list del operador.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario

				agrupador al ciclador	manera uniforme										
	Servomotor tapete		Motorizar el tapete del agrupador.	No transporta botella el tapete del ciclador	Servomotor apagado	Mala regulación (exceso de tensión en el estirado del tapete).	Verificar el consumo de corriente del servomotor (1.6 amp según la placa del motor)	0.5	Monitoreo De Condición	No	1	Eléctrico	Operación	Semanal	
Mesa de aspiración	Servomotor de cuchilla	21.72	Motorizar la cuchilla.	Cuchilla no corta el film	Servomotor gira con dificultad	Presencia de plástico entre los rodillos de tracción de film.	Inspeccionar y limpiar al inicio de la producción y registro en el check list del operador.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario	
Transporte de recubrimiento	Servomotor del tapete	21.38	Motorizar el tapete en el recubrimiento.	Cadena de rodillos no se mueve	Servomotor apagado	Mala regulación (exceso de tensión en el estirado del tapete).	Verificar el consumo de corriente del servomotor (1.6 amp según la placa del motor).	0.5	Monitoreo De Condición	No	1	Eléctrico	Operación	Semanal	
	Rodillos de tracción de tapete	20.14	Dar tracción y la tensión correcta al tapete de recubrimiento.	Caída de botellas sobre el transporte de recubrimiento	Tapete dañado	Sedimento del lubricante de los transportes llega al tapete.	Limpiar el sedimento de lubricante al inicio de la producción, y registro en el check list del operador.	0.25	Mantenimiento Autónomo	No	1	Maquinista	Detenido	Diario	
						Mala regulación.	Verificar la regulación de las guías laterales antes del inicio de producción para evitar botellas caídas.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario	
Separador de botellas	Pantógrafo	19.34	Facilita la regulación de los corredores según al diámetro de la botella.	Caída de botellas en los corredores	Uñas de arrastre en mal estado	Falta de lubricación en la corredera de las uñas.	Limpiar y lubricar según cartilla de lubricador, llenar registro y reporte.	0.5	Lubricación	No	1	Lubricador	Detenido	Quincenal	
					Mala regulación de las guías	Mal procedimiento de operación.	Regular la velocidad y verificar que la receta sea la correcta para el formato.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario	
Transporte de recubrimiento	Tapete de recubrimiento	19.12	Transportar el producto.	Caída de botellas sobre el tapete	Tapete de ciclador dañado	Mala regulación.	Verificar la regulación de las guías laterales antes del inicio de producción para evitar botellas caídas.	0.25	Inspección Condición	No	1	Maquinista	Detenido	Diario	

Fuente: Elaboración Propia.

5.5.4. Desarrollo de AMEF Mixer Sidel

Tabla 33: AMEF Mixer Sidel

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: MIXER SIDEL L3 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10012950							LISTA DE INSTRUCCIONES PARA PLANIFICACION							
SUBSISTEMA, ZONA O SECCIÓN DEL ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE'S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENCIÓN (Qué y como, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	REQUIERE PROCEDIMIENTO	PERSONAL	ESPECIALIDAD	ESTADO EQUIPO	FRECUENCIA
Ingreso de Jarabe	Válvula modulador a RVP303	55.09	Apertura / cierre de válvula proporciona l para ingreso de jarabe al tanque de almacenamiento de jarabe.	No apertura / cierra el paso de jarabe al tanque de almacenamiento de jarabe.	Fuga de jarabe por falta de hermeticidad	Desgaste de piezas mecánicas (vástago, asiento, anillo de sello).	Cambiar piezas mecánicas periódicamente (vástago asiento, anillo de sello). Cambio de empaques.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual
						Desajuste de pernería.	Limpieza y ajuste de pernería en piezas mecánicas.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Trimestral
					Desproporción de ingreso de jarabe	Set-point de apertura y cierre de válvula fuera de rango.	Realizar el seteo de la válvula aplicando el procedimiento de calibración, correspondiente de 4 a 20 mA.	1	Mantenimiento Planificado	NO	1	Instrumentista	Operación	Anual
						Conectores y mangueras neumáticas rotas o desgastadas.	Comprobar buen estado de conectores y mangueras.	0.2	Inspección Condición	NO	1	Operador	Detenido	Semanal
						Presión neumática insuficiente	Verificar alimentación neumática de 0.14 a 0.7 Mpa (1.4 a 7bar).	0.2	Monitoreo De Condición	NO	1	Operador	Operación	Diario
					Tarjeta electrónica en falla	Perturbación por suministro de energía eléctrica.	Estudio de la calidad de energía suministrada a la tarjeta electrónica. Medición de voltaje, este debe estar en 24 Vdc.	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Falso contacto de terminales en bornes.	Verificar que terminales no se encuentren sulfatados, verificar que cables se encuentren en buen estado y ajuste de terminales en bornes.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
						Ingreso de humedad u otros compuestos.	Verificar hermeticidad.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
					Pérdida de comunicación	Cable y conectores de comunicación con PLC dañados.	Inspección de cable de comunicación y conectores en buen	0.5	Inspección Condición	NO	1	Instrumentista	Operación	Trimestral

							estado. Cambiar los que estén dañados.							
Ingreso de Jarabe	Válvula modulador a RMP302	55.09	Apertura / cierre de válvula proporcional para ingreso de jarabe al tanque de almacenamiento de jarabe.	No apertura / cierra el paso de jarabe al tanque de almacenamiento de jarabe.	Fuga de jarabe por falta de hermeticidad	Desgaste de piezas mecánicas (vástago, asiento, anillo de sello).	Cambiar piezas mecánicas periódicamente (vástago asiento, anillo de sello). Cambio de empaques.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual
						Desajuste de pernería	Limpieza y ajuste de pernería en piezas mecánicas.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Trimestral
					Desproporción de ingreso de jarabe	Set-point de apertura y cierre de válvula fuera de rango	Realizar el seteo de la válvula aplicando el procedimiento de calibración, correspondiente de 4 a 20 mA.	1	Mantenimiento Planificado	NO	1	Instrumentista	Operación	Anual
					Tarjeta Electrónica en falla	Perturbación por suministro de energía eléctrica	Estudio de la calidad de energía suministrada a la tarjeta electrónica. Medición de voltaje, este debe estar en 24 Vdc.	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Falso contacto de terminales en bornes	Realizar ajuste de terminales en bornes.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
						Ingreso de humedad u otros compuestos	Verificar hermeticidad.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
Pérdida de comunicación	Cable y conectores de comunicación con PLC dañados.	Inspección de cable de comunicación y conectores en buen estado. Cambiar los que estén dañados.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Instrumentista	Operación	Trimestral					
Ingreso de Agua	Válvula modulador a RVM302 (Producción de Powerade y agua)	55.09	Apertura / cierre de válvula proporcional para ingreso de agua al tanque de almacenamiento de agua	No apertura / cierra el paso de agua al tanque de almacenamiento de agua.	Fuga de agua por falta de hermeticidad	Desgaste de piezas mecánicas (vástago, asiento, anillo de sello)	Cambio de piezas mecánicas periódicamente (vástago asiento, anillo de sello). Cambio de empaques.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual
						Desajuste de pernería	Limpieza y ajuste de piezas mecánicas	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Trimestral
					Desproporción de ingreso de agua	Set-point de apertura y cierre de válvula fuera de rango	Realizar el seteo de la válvula aplicando el procedimiento de calibración, correspondiente de 4 a 20 mA.	1	Mantenimiento Planificado	NO	1	Instrumentista	Operación	Anual
						Conectores y mangueras neumáticas rotas o desgastadas.	Comprobar buen estado de conectores y mangueras.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Operador	Detenido	Semanal
						Presión neumática insuficiente	Verificar alimentación neumática de 0.14 a 0.7 Mpa(1.4 a 7bar).	0.2	Monitoreo De Condición	NO	1	Operador	Operación	Diario
Tarjeta Electrónica en falla	Perturbación por suministro de energía eléctrica	Estudio de la calidad de energía suministrada a la tarjeta electrónica.	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operación	Mensual					

						Medición de voltaje, este debe estar en 24 Vdc.								
						Falso contacto de terminales en bornes	Realizar ajuste de terminales en bornes.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
						Ingreso de humedad u otros compuestos	Verificar hermeticidad.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
					Pérdida de comunicación	Cable y conectores de comunicación con PLC dañados.	Inspección de cable de comunicación y conectores en buen estado. Cambiar los que estén dañados.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Instrumentista	Operación	Trimestral
						Conectores y mangueras rotas o desgastadas.	Comprobar desgaste de conectores y mangueras.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Operador	Detenido	Semanal
Ingreso de Agua	Válvula modulador a RMM301	55.09	Apertura / cierra de válvula proporciona l para ingreso de agua a la salida del tanque de almacenamiento de agua	No apertura / cierra el ingreso de agua a la salida del tanque de almacenamiento de agua.	Fuga de agua por falta de hermeticidad	Desgaste de piezas mecánicas (vástago, asiento, anillo de sello)	Cambio de piezas mecánicas periódicamente (vástago asiento, anillo de sello). Cambio de empaques.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual
						Desajuste de pernería	Limpieza y ajuste de piezas mecánicas	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Trimestral
					Desproporción de ingreso de agua	Set-point de apertura y cierre de válvula fuera de rango	Realizar el seteo de la válvula aplicando el procedimiento de calibración, correspondiente de 4 a 20 mA.	1	Mantenimiento Planificado	NO	1	Instrumentista	Operación	Anual
					Tarjeta Electrónica en falla	Perturbación por suministro de energía eléctrica	Estudio de la calidad de energía suministrada a la tarjeta electrónica. Medición de voltaje, este debe estar en 24 Vdc.	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Falso contacto de terminales en bornes	Realizar ajuste de terminales en bornes.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
						Ingreso de humedad u otros compuestos	Verificar hermeticidad.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
					Pérdida de comunicación	Cable y conectores de comunicación con PLC dañados.	Inspección de cable de comunicación y conectores en buen estado. Cambiar los que estén dañados.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Instrumentista	Operación	Trimestral
						Conectores y mangueras rotas o desgastadas.	Comprobar desgaste de conectores y mangueras.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Operador	Detenido	Semanal
Ingreso CO2 y Aire Estéril	Válvula modulador a RMM303	55.09	Apertura / cierre de válvula proporciona l	No apertura y cierre de válvula proporcional	Fuga de CO2 y aire estéril por falta de hermeticidad	Desgaste de piezas mecánicas (vástago, asiento, anillo de sello).	Cambio de piezas mecánicas periódicamente (vástago asiento, anillo de sello). Cambio de empaques.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual

			l para ingreso de CO2 y aire estéril	para ingreso de CO2 y aire estéril		Desajuste de pernería	Limpieza y ajuste de piezas mecánicas.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Trimestral	
						Desproporción de ingreso de CO2 y aire estéril	Set-point de apertura y cierre de válvula fuera de rango	Realizar el seteo de la válvula aplicando el procedimiento de calibración, correspondiente de 4 a 20 mA.	1	Mantenimiento Planificado	NO	1	Instrumentista	Operación	Anual
					Tarjeta Electrónica en falla	Perturbación por suministro de energía eléctrica	Estudio de la calidad de energía suministrada a la tarjeta electrónica. Medición de voltaje, este debe estar en 24 VDC.	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operación	Mensual	
						Falso contacto de terminales en bornes	Realizar ajuste de terminales en bornes.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral	
						Ingreso de humedad u otros compuestos	Verificar hermeticidad.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral	
					Pérdida de comunicación	Cable y conectores de comunicación con PLC dañados.	Inspección de cable de comunicación y conectores en buen estado. Cambiar los que estén dañados.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Instrumentista	Operación	Trimestral	
						Conectores y mangueras rotas o desgastadas.	Comprobar desgaste de conectores y mangueras.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Operador	Detenido	Semanal	
Desaireación	Bomba de vacío PPN304	53.96	Bomba de Desaireación (extracción de oxígeno presente en el tanque de agua)	Pérdida de vacío	Bomba no genera suficiente vacío	Sello mecánico desgastado	Practicar un análisis de vibración en sello mecánico.	3	Mantenimiento Planificado	SI	3	Mecánico	Detenido	Trimestral	
						Impulsor del eje suelto	Inspección sensorial, verificar la NO presencia de ruidos anómalos.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral	
							Cambio periódico de impulsor por desgaste.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual	
						Presión de vacío fuera de rango	Verificar la presión de vacío en psi	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Operador	Operación	Cada producción	
					Sobrecarga	Bobinado con bajo aislamiento	Verificar que el nivel de aislamiento de cables del motor sea alta. Comprobar que el bobinado del motor no se encuentre a tierra. Revisar la resistencia del motor. Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el megómetro (>500MΩ), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente máx. 28.75 A.	2	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral	
						Cableado del suministro	Inspección visual de cableado eléctrico en buen estado.	1	Inspección Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral	

						eléctrico al motor desgastado o cortado.								
						Falso contacto entre terminales y bornes	Verificar buen estado de terminales y ajuste de los mismos en borneras.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Cada 6 meses
Ingreso de Agua	Bomba de circulación de agua PPN301	52.26	Circulación de agua desde el tanque de almacenamiento de agua hacia el tanque de acumulación del producto	Bomba no circula agua hacia el tanque de producto	Bomba presenta fuga de agua	Sello mecánico desgastado	Practicar un análisis de vibración en sello mecánico.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral
							Inspección sensorial, verificar la NO presencia de ruidos anómalos.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral
							Cambio periódico de sello mecánico por desgaste.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual
					Flujo no proporcionado	Rodamientos desgastados	Practicar un análisis de vibración en rodamientos.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral
							Análisis termo gráfico.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Cada 6 meses
							Inspección sensorial, verificar que no haya ruidos anómalos en el motor.	0.5	Inspección Condición	NO	3	Mecánico	Operación	Trimestral
							Cambio periódico de rodamientos por desgaste. Hacer prueba de líquidos penetrantes.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual
					Eje del motor dañado	Practicar un análisis de vibración en eje del motor.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral	
						Realizar prueba de líquidos penetrantes, verificar mediante inspección visual que eje no se encuentre doblado, no presente grietas o fisuras.	3	Mantenimiento Planificado	NO	2	Mecánico	Detenido	Anual	
					Impulsor suelto	Practicar un análisis de vibración en impulsor.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral	
						Verificar el ajuste de componentes de fijación del impulsor.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Semestral	
					Bomba en sobrecarga	Bobinado con bajo aislamiento	Verificar que el nivel de aislamiento de cables del motor sea alta. Comprobar que el bobinado del motor no se encuentre a tierra. Revisar la resistencia del motor. Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el megómetro	2	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral

						($>500M\Omega$), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente máx. 22.5 A.											
						Cableado del suministro eléctrico al motor desgastado o cortado.	1	Inspección Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestra 1				
						Falso contacto entre terminales y bornes	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Cada 6 meses				
Ingreso de Jarabe	Bomba de circulación de jarabe PPP302	52.26	Circulación de jarabe desde el tanque de almacenamiento de jarabe hacia el tanque de acumulación del producto	Bomba no circula jarabe hacia el tanque de producto	Bomba presenta fuga de jarabe	Sello mecánico desgastado	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1				
							0.5	Inspección Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1				
							3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual				
									Flujo no proporcionado	Rodamientos desgastados	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1
										0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Cada 6 meses	
										0.5	Inspección Condición	NO	3	Mecánico	Operación	Trimestra 1	
										3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual	
									Eje del motor dañado		0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1
										3	Mantenimiento Planificado	NO	2	Mecánico	Detenido	Anual	
									Impulsor suelto		0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1
										3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Semestral	
									Bomba en sobrecarga	Bobinado con bajo aislamiento	2	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestra 1

							Revisar la resistencia del motor. Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el megómetro (>500MΩ), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente máx. 22.5 A.													
						Cableado del suministro eléctrico al motor desgastado o cortado.	Inspección visual de cableado eléctrico en buen estado.	1	Inspección De Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral						
						Falso contacto entre terminales y bornes	Verificar buen estado de terminales y ajuste de los mismos en borneras.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Cada 6 meses						
Mezcla Jarabe - Agua (Producto)	Bomba de recirculación PPM306	52.26	Recirculación de producto al tanque de almacenamiento	Bomba no recircula producto	Bomba presenta fuga de producto		Practicar un análisis de vibración en sello mecánico.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral						
						Sello mecánico desgastado	Inspección sensorial, verificar la NO presencia de ruidos anómalos.	0.5	Inspección De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral						
							Cambio periódico de sello mecánico por desgaste.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual						
									Flujo no proporcionado	Rodamientos desgastados		Practicar un análisis de vibración en rodamientos.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral	
												Análisis termo gráfico.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Cada 6 meses	
													Inspección sensorial, verificar que no haya ruidos anómalos en el motor.	0.5	Inspección De Condición	NO	3	Mecánico	Operación	Trimestral
													Cambio periódico de rodamientos por desgaste. Hacer prueba de líquidos penetrantes.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual
										Eje del motor dañado		Practicar un análisis de vibración en eje del motor.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral	
												Realizar prueba de líquidos penetrantes, verificar que eje no se encuentre doblado, no presente grietas o fisuras.	3	Mantenimiento Planificado	NO	2	Mecánico	Detenido	Anual	
										Impulsor suelto		Practicar un análisis de vibración en impulsor.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral	
												Verificar el ajuste de componentes de fijación del impulsor.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Semestral	

					Bomba en sobrecarga	Bobinado con bajo aislamiento	Verificar que el nivel de aislamiento de cables del motor sea alta. Comprobar que el bobinado del motor no se encuentre a tierra. Revisar la resistencia del motor. Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el megómetro (>500MΩ), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente máx. 22.5 A.	2	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestra 1		
						Cableado del suministro eléctrico al motor desgastado o cortado.	Inspección visual de cableado eléctrico en buen estado.	1	Inspección Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestra 1		
						Falso contacto entre terminales y bornes	Verificar buen estado de terminales y ajuste de los mismos en borneras.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Cada 6 meses		
Mezcla Jarabe - Agua (Producto)	Bomba de envío PPM303	52.26	Envío de producto hacia llenadora SIDEL	Bomba no envía producto terminado hacia llenadora SIDEL	Bomba presenta fuga de producto		Practicar un análisis de vibración en sello mecánico.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1		
						Sello mecánico desgastado	Inspección sensorial, verificar la NO presencia de ruidos anómalos.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1		
							Cambio periódico de sello mecánico por desgaste.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual		
						Flujo no proporcionado	Rodamientos desgastados		Practicar un análisis de vibración en rodamientos.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1
								Análisis termo gráfico.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Cada 6 meses	
								Inspección sensorial, verificar que no haya ruidos anómalos en el motor.	0.5	Inspección Condición	NO	3	Mecánico	Operación	Trimestra 1	
								Cambio periódico de rodamientos por desgaste. Hacer prueba de líquidos penetrantes.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Anual	
						Eje del motor dañado		Practicar un análisis de vibración en eje del motor.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestra 1	
							Realizar prueba de líquidos penetrantes, verificar que eje no se encuentre doblado, no presente grietas o fisuras.	3	Mantenimiento Planificado	NO	2	Mecánico	Detenido	Anual		

						Impulsor suelto	Practicar un análisis de vibración en impulsor.	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Mecánico	Operación	Trimestral
							Verificar el ajuste de componentes de fijación del impulsor.	3	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Semestral
					Bomba en sobrecarga	Bobinado con bajo aislamiento	Verificar que el nivel de aislamiento de cables del motor sea alta. Comprobar que el bobinado del motor no se encuentre a tierra. Revisar la resistencia del motor. Se requiere revisar el estado del bobinado del motor, midiendo el aislamiento con el megómetro (>500MΩ), continuidad de cada bobina y medir el consumo de corriente máx. 22.5 A.	2	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
						Cableado del suministro eléctrico al motor desgastado o cortado.	Inspección visual de cableado eléctrico en buen estado.	1	Inspección Condición	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
						Falso contacto entre terminales y bornes	Verificar buen estado de terminales y ajuste de los mismos en borneras.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Cada 6 meses
Ingreso de Agua	Flujómetro FTN301	49.77	Detector de flujo de agua a la salida de tanque de almacenamiento de agua.	No detecta flujo de agua	Detección incorrecta de flujo	Calibración deficiente de 4 a 20 mA	Calibrar salida de caudal en relación de 4 a 20 mA.	2	Inspección Condición	NO	1	Instrumentista	Operación	Anual
						Cable de control de 4 a 20 mA dañado	Inspección visual de cable de control de 4-20mA se encuentre en buen estado.	1	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
						Sobretensiones	Estudio de la calidad de la energía suministrada. Se encuentra en el rango de 16-62 VDC (Tensión actual es de 23VDC)	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual
Ingreso de Agua	Flujómetro FTP302	49.77	Detector de flujo de jarabe a la salida de tanque de almacenamiento de jarabe.	No detecta flujo de jarabe	Detección incorrecta de flujo	Calibración deficiente de 4 a 20 mA	Calibrar salida de caudal en relación de 4 a 20 mA.	2	Inspección Condición	NO	1	Instrumentista	Operación	Anual
						Cable de control de 4 a 20 mA dañado	Inspección visual de cable de control de 4-20mA se encuentre en buen estado.	1	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
						Sobretensiones	Estudio de la calidad de la energía suministrada. Se encuentra en el rango de 16-62 VDC (Tensión actual es de 23VDC)	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual
Sistema eléctrico	Variador Danfoss 0166U1	47.17	Controlar la velocidad	Variador no controla la velocidad de	Variador sobrecargado	Sobretensión	Estudio de la calidad de la energía suministrada al variador de	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual

o de Fuerza	T/C: FC-302P11KT 5E20H1		de giro de la bomba	giro de la bomba.		frecuencia. Medición de voltaje en 460V(15HP)								
						Armónicos	Uso de filtros, o reactores que se oponen a las fluctuaciones de tensión.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Anual
						Problemas de falla a tierra	Verificar aislamiento de cables, revisar que bobinas no estén abiertas o quemadas.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual
				Falla de comunicación	Cable o conector Profibus dañado	Realizar pruebas de continuidad, inspección visual de cable que se encuentre correctamente aislado. Conectores deben encontrarse sin rajaduras.	2	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Detenido	Mensual	
Sistema eléctrico de Fuerza	Variador Danfoss 0169U1 T/C: FC-302P7K5T 5E20H1	47.17	Controlar la velocidad de giro de la bomba	Variador no controla la velocidad de giro de la bomba.	Variador sobrecargado	Sobretensión	Estudio de la calidad de la energía suministrada al variador de frecuencia. Medición de voltaje en 460V(10HP)	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Armónicos	Uso de filtros, o reactores que se oponen a las fluctuaciones de tensión.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Anual
						Problemas de falla a tierra	Verificar aislamiento de cables, revisar que bobinas no estén abiertas o quemadas.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Falla de comunicación	Cable o conector Profibus dañado	Realizar pruebas de continuidad, inspección visual de cable que se encuentre correctamente aislado. Conectores deben encontrarse sin rajaduras.	2	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Detenido
Sistema eléctrico de Fuerza	Variador Danfoss 0163U1 T/C: FC-302P30KT 5E20H1	47.17	Controlar la velocidad de giro de la bomba	Variador no controla la velocidad de giro de la bomba.	Variador sobrecargado	Sobretensión	Estudio de la calidad de la energía suministrada al variador de frecuencia. Medición de voltaje en 460V(40HP)	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Armónicos	Uso de filtros, o reactores que se oponen a las fluctuaciones de tensión.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Anual
						Problemas de falla a tierra	Verificar aislamiento de cables, revisar que bobinas no estén abiertas o quemadas.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual
						Falla de comunicación	Cable o conector Profibus dañado	Realizar pruebas de continuidad, inspección visual de cable que se encuentre correctamente aislado. Conectores deben encontrarse sin rajaduras.	2	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Detenido
Sistema eléctrico de Fuerza	Variador Danfoss 0160U1 T/C: FC-	45.81	Controlar la velocidad de giro de la bomba	Variador no controla la velocidad de	Variador sobrecargado	Sobretensión	Estudio de la calidad de la energía suministrada al variador de frecuencia. Medición de voltaje en 460V(60HP)	0.5	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual

	302P45KT 5E20H1			giro de la bomba.	Armónicos	Uso de filtros, o reactores que se oponen a las fluctuaciones de tensión.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Anual	
					Problemas de falla a tierra	Verificar aislamiento de cables, revisar que bobinas no estén abiertas o quemadas.	1	Monitoreo De Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Mensual	
				Falla de comunicación	Cable o conector Profibus dañado	Realizar pruebas de continuidad, inspección visual de cable que se encuentre correctamente aislado. Conectores deben encontrarse sin rajaduras.	2	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Detenido	Mensual	
Sistema eléctrico de Mando	PLC SIEMENS S7-300	40.84	Controlador en la automatización	PLC no realiza control del proporcional Mixer	Error de comunicación del PLC	Realizar limpiezas periódicas del drive.	2	Mantenimiento Planificado	NO	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral	
					Fallas en los módulos de E/S y dispositivos de campo	Falla en el suministro de 24 VCC	Verificación visual del cableado, que éste no se encuentre dañado y que las conexiones no se encuentren sueltas.	0.5	Inspección Periódica	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
						Bloque de terminales suelto	Realizar ajuste de bloque de terminales periódicamente.	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
					Falla en componentes electrónicos		Verificación visual del cableado a tierra que este no se encuentre dañado y que las conexiones no se encuentren sueltas.	0.5	Inspección Periódica	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
						Falla en la puesta a tierra	Verificar la resistencia del terminal de tierra del PLC a un punto de conexión a tierra principal en el gabinete del equipo. El valor de resistencia del pozo o malla de tierra generalmente debe ser menor a 5 Ohm.	0.5	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral
						Falla de comunicación de PLC con equipos periféricos (HMI)	Verificar la comunicación vía protocolo Ethernet, Modbus o Profibus; que este correctamente conectada.	1	Mantenimiento Planificado	NO	1	Eléctrico	Operación	Trimestral

Fuente: Elaboración Propia

5.5.5. Desarrollo de AMEF Etiquetadora

Tabla 34: AMEF Etiquetadora

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: ETIQUETADORA SIDEL L3 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10012954							LISTA DE INSTRUCCIONES PARA PLANIFICACION							
SUBSISTEMA, ZONA O SECCIÓN DEL ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAZA (APLICAR 5 X QUE'S)	ACTIVIDAD DEFECCION Y/O PREVENCIÓN (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (base)	CLASE ACTIVIDAD	REQUIERE PROCEDIMIENTO PERSONAL	ESPECIALIDAD	ESTADO EQUIPO	FRECUENCIA	
Conjunto de etiquetado	Bomba de Goma	40.6	Alimentación de goma al sistema de engomado según receta y especificación de tiempo de bombeo	Etiqueta sin pegamento	Falta goma	Presencia de suciedad , restos de etiqueta alojados en filtro de pegamento	Revisar y limpiar filtro de pegamento que está ubicado en tanque de pegamento	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Semanal
					Falta goma	Falta de pegamento en deposito	Operador debe de agregar pegamento al recipiente de goma al inicio y durante el turno	0.1	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Operación	Diario
					Falta goma	Falla en la calibración de acercamiento del rodillo encolador hacia la etiqueta	Ajustar correctamente el acercamiento del rodillo encolador , hacia la etiqueta que va ser engomada , el ajuste tiene que ser muy fino	0.1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario
					Falla en componentes eléctricos	Falla en resistencias	Realizar el cambio de resistencias del sistema engomado , desmontando correctamente bloqueando el equipo	2	Mantenimiento Planificado	No	2	Eléctricos	Detenido	Trimestral
					Falla en componentes eléctricos	Falla en termocupla	Realizar el cambio de sensor PT 100 , colocando correctamente cumpliendo todas las normas de seguridad	2	Mantenimiento Planificado	No	1	Eléctricos	Detenido	Semestral
					Falla en componentes eléctricos	Falla en conexiones eléctricas	Revisar conexiones eléctricas del sistema	0.5	Mantenimiento Planificado	No	1	Eléctricos	Detenido	Mensual
					Suciedad en bomba	Presencia de suciedad y restos de etiqueta en bomba	Revisar presencia de etiqueta en interior de tanque, se deberá	5	Mantenimiento Autónomo	SI	2	Operador	Detenido	Trimestral

						desmontar bomba para realizar la limpieza de la bomba y del tanque , Probar funcionamiento								
					Desgaste de componentes mecánicos	falla de Transmisión de motor hacia bomba de pegamento	Revisar desgaste de los componentes mecánicos como cadena , templador , piñones , se debe de alinear , ajustar y lubricar	0.1	Inspección Periódica	SI	1	Operador	Detenido	Mensual
Conjunto de etiquetado	Cuchilla fija y móvil	38	Corte longitudinal de etiqueta	Corte defectuoso e incorrecto	Suciedad en cuchillas	Presencia de suciedad en cuchillas	realizar limpieza de cuchilla fija y móvil , retirando restos de suciedad acumulada	0.25	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario
					Desgaste de cuchillas	Filo de cuchillas defectuoso , con mucho desgaste	Inspeccionar visualmente el desgaste de la cuchilla tanto la fija como la móvil , reportar estado de cuchilla para el cambio respectivo	0.25	Mantenimiento Autónomo	NO	1	Operador	Detenido	Trimestral
					Desgaste de cuchillas	Filo de cuchillas en mal estado , no corta etiqueta golpeando demasiado entre cuchillas	Realizar el cambio de nuevas cuchillas , realizar limpieza donde van alojadas la cuchillas y dejar probado en corte de etiqueta	0.1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Semestral
					Calibración de cuchilla por corte defectuoso	Corte defectuoso de cuchillas ocasiona un mal corte en la etiqueta , jalándola e impide que la etiqueta traspase correctamente al tambor de vacío	Revisar ajuste de la cuchillas , realizando pruebas de corte	0.25	Inspección Condición	SI	1	Mecánico/Operador	Operación	Diario
Sistema de ingreso	Regulador de acercamiento y altura del sin fin	33	Alineación de botella para la transmisión	Botella trabada en ingreso	Falla por estrellamiento de botella	Calibración defectuosa entre el sin fin y estrella de ingreso	Revisar y ajustar sincronismo del sin fin y estrella de ingreso durante el cambio de cada formato	0.2	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Diario
					Error de mantenimiento	Calibración defectuosa del inspector rechazador de botella	Revisar y ajustar correctamente el inspector rechazador de botella , por llegar botellas mal tapadas y llenadas al ingreso de la etiquetadora esto ocasiona trabamientos en la trasmisión de sin fin y estrella de ingreso	0.16	Inspección Condición	NO	1	Eléctrico	Operación	Diario

					Error de operación	Calibración defectuosa en barandas de ingreso	Revisar y ajustar correctamente las barandas de ingreso de botella hacia el sin fin , durante cada cambio de formato	0.16	Mantenimiento Autónomo	N	0	1	Operador	Detenido	Diario
					Desgaste del sin fin	Sin fin con mucho desgaste y juego	Revisar desgaste del sin fin y el juego que tiene durante el cambio de cada formato ,	0.1	Mantenimiento Autónomo	N	0	1	Operador	Detenido	Diario
Sistema de etiquetado	Cascos de corte bipartido	33	Alineación de etiqueta en cascos de corte	Etiqueta no se alinea en casco de corte	Suciedad en casco	Presencia de residuos de suciedad y obstrucción en orificios de casco de corte	Realizar limpieza de los cascos de corte , en el cambio de formato e inspeccionar y limpiar durante la producción	0.16	Mantenimiento Autónomo	N	0	1	Operador	Detenido	Diario
					Desgaste del casco	Sección gastada parte del desplazamiento de etiqueta	Revisar desgaste a los cascos de corte e informar oportunamente al área de Mantenimiento	0.1	Mantenimiento Autónomo	N	0	1	Operador	Detenido	Semestral
					Lubricación	Tipo de grasa inadecuada obstruye los orificios del casco	Emplear tipo de grasa correcto ,de no ser así obstruye los orificios del casco de corte y se presenta mala transferencia de etiqueta y desgaste de los cascos de corte	0.1	Lubricación	N	0	1	Mecánico/Operador	Detenido	Diario
					Suciedad	Tuberías de vacío con acumulación de suciedad	Revisar y limpiar tuberías obstruidas de vacío	2	Mantenimiento Planificado	N	0	1	Mecánico/Operador	Detenido	Semestral
					Error operativo	Parámetros del set point fuera de rango	Revisar y corregir parámetros durante el cambio de cada formato , realizando pruebas de etiquetado	0.1	Mantenimiento Autónomo	N	0	1	Operador	Operación	Diario
					Falla por movimiento	La vibración en maquina desconecta los terminales	Revisar y ajustar conector RJ 45 , de todo el módulo de Pils , por falsos contactos en los conectores ,	0.25	Inspección Condición	N	0	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
Sistema eléctrico	Módulo Piltz	32.2	Sistemas de seguridad del equipo	Falla del sistema PILS	Falla por movimiento	Conectores en mal estado	Cambiar conectores de RJ 45 deteriorados que están haciendo falso contacto	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	1	Eléctrico	Detenido	Anual
					Suciedad	Suciedad y polvo acumulados en las pistas de los conectores RJ-45	Realizar limpieza de las pistas y conectores , retirando el polvo y limpiando con solvente Dieléctrico	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	1	Eléctrico	Detenido	Mensual

Conjunto de etiquetado	Rodillo tensor	31.3	Balance de etiqueta	Oscilamiento defectuoso del brazo tensor	Mal desplazamiento de etiqueta	Parámetros del set point fuera de rango ocasiona que el brazo tensor jale demasiado la etiqueta o viceversa , haciendo perder el punto de corte	Ajustar correctamente los parámetros en el set point	0.1	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Operación	Diario
					Defecto en brazo tensor	Salida de aire de válvula es inestable , ocasiona que el brazo jale demasiado la etiqueta o viceversa , haciendo perder el punto de corte	Revisar válvula , si hay alguna anomalía , reportar	0.25	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Semestral
					Defecto en brazo tensor	Salida de aire de válvula es inestable , ocasiona que el brazo jale demasiado la etiqueta o viceversa , haciendo perder el punto de corte	Cambiar válvula , por una nueva , probar el correcto funcionamiento de la válvula y del brazo tensor	0.5	Mantenimiento Planificado	N O	1	Mecánico	Detenido	Anual
					Defecto en brazo tensor	Brazo tensor no mantiene su posición ,ocasiona que el brazo jale demasiado la etiqueta o viceversa , haciendo perder el punto de corte	Inspeccionar brazo tensor retirando su guarda para revisar si hay alguna anomalía o algún componente suelto ,	0.25	Inspección Condición	N O	1	Mecánico/Eléctrico	Detenido	Trimestral
					Defecto en brazo tensor	Brazo tensor no mantiene su posición ,ocasiona que el brazo jale demasiado la etiqueta o viceversa , haciendo perder el punto de corte	Hacer seguimiento de manguera neumática y revisar si hay fugas de aire	0.25	Inspección Condición	N O	1	Mecánico/Operador	Operación	Mensual
					Sistemas auxiliares	Bomba de vacío	31.3	Generador de vacío para succión para etiqueta	Bomba No genera vacío	Sobrecalentamiento en bomba	Válvula de ingreso de aire obstruida	Revisar y limpiar válvula de apertura paso de aire a la bomba es muy bajo	1	Inspección Condición
Sobrecalentamiento en bomba	Filtros de aire en apertura obstruidos	Revisar y limpiar filtros de aire en apertura , si es necesario cambiarlos	0.25	Inspección Condición						N O	1	Mecánico/Operador	Detenido	Mensual
Sobrecalentamiento en bomba	Sensor de temperatura con defecto, datos que envía son erróneos	Revisar ajuste de posición del sensor y revisar estado del sensor , si es necesario cambiarlo ,	0.25	Mantenimiento Planificado						N O	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral
Presión de vacío muy baja	Filtros de vacío muy sucios , ocasiona	Revisar y limpiar filtros de módulos de vacío , si	0.5	Mantenimiento Autónomo						N O	1	Mecánico/Operador	Detenido	Mensual

					perdida de vacío deficiente	es necesario cambiar filtros									
					Presión de vacío muy baja	Válvulas moduladoras obstruidas , deficiencia de vacío en los componentes	Revisar y limpiar válvulas desmontando cada una de ellas	2	Mantenimiento Planificado	N	O	1	Mecánico	Detenido	Semestral
					suciedad	mangueras de vacío con mucha suciedad	revisar y realizar limpieza de las mangueras de vacío	2	Mantenimiento Planificado	N	O	1	Mecánico/Operador	Detenido	Trimestral
					Error operativo	Parámetros del set point fuera de rango	Revisar y corregir parámetros durante el cambio de cada formato e inicio de producción , realizando pruebas de etiquetado	0.1	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Operación	Diario
Conjunto de etiquetado	Rodillo de tracción	31.3	Alimentación de etiqueta para el corte	Paso de etiqueta desfasado en el rodillo de tracción	Desgaste	Rodillo moleteado de tracción con desgaste	Revisar desgaste del rodillo moleteado ,	0.1	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Detenido	Mensual
					Desgaste	Rodillo moleteado de tracción con desgaste	Cambiar rodillo de tracción por uno nuevo , empleando extractor si fuera necesario	1	Mantenimiento Planificado	N	O	1	Mecánico	Detenido	Semestral
					Suciedad	Presencia de suciedad acumulada en rodillo	Limpia rodillo con agua para quitar la melaza generada por la bebida y solvente para quitar la suciedad acumulada	0.25	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Detenido	Diario
Conjunto de etiquetado	Alineador de altura de etiqueta	30.9	Posición altura de etiqueta hacia el tambor	Etiqueta no se ajusta a la altura indicada	Mala aplicación o ubicación de etiqueta	Posición , altura de etiqueta incorrecta	Revisar y corregir altura de etiqueta , de tal manera quede bien alineado, revisar parámetros	0.1	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Detenido	Diario
					Mala aplicación o ubicación de etiqueta	Alineador puesto en manual	Revisar y posicionar el alineador en modo automático	0.08	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Detenido	Diario
					Mala aplicación o ubicación de etiqueta	Altura porta bobina de etiqueta posicionado incorrectamente , muy arriba o muy abajo	Revisar altura porta bobina de etiqueta y alinear a la altura ideal con respecto al alineador	0.08	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Detenido	Diario
Conjunto de etiquetado	Rodillo de goma	29.1	rodillo que acompaña al rodillo de tracción en alimentación de etiqueta para el corte	Paso incorrecto de etiqueta entre rodillos	Desgaste	Rodillo de goma con desgaste	Revisar desgaste de rodillo de goma , retirar la guarda de protección para ver con más amplitud	0.1	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Detenido	Mensual
					Desgaste	Rodillo de goma con desgaste	Cambiar rodillo de goma por uno nuevo , retirando la guarda de protección , retirando los pernos del vástago del pistón	1	Mantenimiento Planificado	N	O	1	Mecánico	Detenido	Semestral
					Suciedad	Presencia de suciedad acumulada en rodillo	Retirar guarda para proceder con la limpieza	0.25	Mantenimiento Autónomo	N	O	1	Operador	Detenido	Diario

						del rodillo , limpiar con agua y solvente									
						Mala aplicación de presión del rodillo	Falla de válvula	Revisar válvula , limpiarla , si es necesario cambiarla	1	Mantenimiento Planificado	NO	1	Mecánico	Detenido	Semestral
						Mala aplicación de presión del rodillo	Componentes neumáticos defectuosos , conectores , mangueras neumáticas, Electroválvula y pistón neumático	Revisar estado de los componentes neumáticos , si es necesario cambiarlos	0.5	Mantenimiento Planificado	NO	1	Mecánico/Operador	Detenido	Mensual
Sistema de ingreso	Cinta de transporte	27.6	cadena de transporte de ingreso de botella	Circulación de cadena defectuosa		Sincronismo de cadena con Sprocket defectuoso	Dificultad de paso de la cadena a tablitas , con tironeo	Revisar trayectoria de la cadena por alguna obstrucción o recortar cadena si se encuentra estirada	0.5	Mantenimiento Autónomo	NO	1	Mecánico	Detenido	Mensual
						Sincronismo de cadena defectuoso	Caída de botella en cadena de tablitas ocasionada por desgaste , botella inestable	Cambiar cadena , desmontar cadena gastada , realizar limpieza de las pistas si se encuentra alguna anomalía corregir	2	Mantenimiento Planificado	NO	1	Mecánico	Detenido	Semestral
						Sincronismo de cadena con Sprocket defectuoso	Desgaste o alineación del sprocket , ocasiona que cadena se sobreponga en el sprocket , no teniendo un buen engrane	Revisar estado de sprocket si es necesario cambiarlo y Ajustar posición de sprocket centrándolo	0.5	Mantenimiento Planificado	NO	1	Mecánico	Detenido	Mensual
						Cinta de transporte detenido	Error o falla en variador	revisar variador , controlando sus amperajes	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
						Suciedad en sistema de ingreso	Exceso de suciedad y grasa de lubricante acumulada en la pista de cadena del transporte	Desmontar cadena y realizar limpieza de toda la pista y cadena quitando el exceso de suciedad	1	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Mensual
conjunto de etiquetado	Tambor de Vacío	27.1	Aloja y retiene la etiqueta en tambor por medio de vacío	Etiqueta no se adhiere al tambor de vacío correctamente		Suciedad en tambor de vacío	Obstrucción en orificios con suciedad en tambor de vacío	Realizar limpieza al tambor de vacío limpiando el exceso de suciedad alojado en las vías y conductos de vacío	2	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Mecánico/Operador	Detenido	Mensual
						Suciedad en tambor de vacío	Patines de tambor con suciedad	revisar y Limpiar periódicamente los orificios y patines del tambor desmontando todos los patines	0.25	Mantenimiento Autónomo	NO	1	Operador	Detenido	Diario

					Desgaste de patines en tambor de transferencia	Patines de tambor gastados , ocasiona mal etiquetado de botella , mal traslape y engomado defectuoso	Cambiar todos los patines (de preferencia Originales)	0.5	Mantenimiento Planificado	N O	1	Mecánico	Detenido	Semestral
					Suciedad en válvula de apertura	Válvula con suciedad no apertura correctamente el vacío , esto genera un poco vacío en el sistema	Limpia válvula del módulo de apertura de vacío , si es necesario cambiarla	2	Mantenimiento Planificado	SI	1	Mecánico	Detenido	Semestral
					Suciedad en tuberías de vacío	Tuberías de vacío con acumulación de suciedad , genera poco vacío a los puntos de trabajo	Revisar y limpiar tuberías obstruidas de vacío	2	Mantenimiento Planificado	N O	1	Mecánico/Operador	Detenido	Semestral
					Error operativo	Parámetros del set point fuera de rango	Revisar y corregir parámetros de set point desde panel de control del operador	0.0 8	Mantenimiento Planificado	N O	1	Operador	Operación	Diario
SISTEMAS AUXILIARES	Distribuidor de goma	27	Ingreso de pegamento hacia el rodillo de goma	No alimenta goma lo suficiente	Falla por suciedad , saturación en distribuidor de pegamento	Presencia de residuos en distribuidor de pegamento	Desmontar conjunto distribuidor de pegamento para retirar toda la suciedad alojada en el conjunto del distribuidor de etiqueta	0.2 5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Mecánico/Operador	Detenido	Semanal
					Falla por suciedad , saturación en distribuidor de pegamento	Presencia de suciedad , restos de etiqueta alojados en filtro de pegamento	Revisar y limpiar filtro de pegamento	0.2 5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Mecánico/Operador	Detenido	Semanal
					Montaje defectuoso	El distribuidor se debe de colocar de manera correcta	Revisar la posición del distribuidor al momento de montar el conjunto del distribuidor	0.2 5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Mecánico/Operador	Detenido	Semanal
Sistema de Ingreso Etiquetadora	Sensor reflectivo	26. 8	Sensores de acumulación de botella al ingreso de la maquina	Sensor con detección incorrecto	Error operativo	Alineación incorrecta de los sensores , permite conteos erróneos de ingreso de botellas con demasiada y baja acumulación de botella	Revisar , alinear correctamente todos los sensores durante el cambio de cada formato	0.0 5	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Diario
					Suciedad en sensores	Señal baja del sensor , revisar o aumentar la sensibilidad del sensor esto ocasiona mala alimentación de botella al ingreso de la maquina	Ajustar sensibilidad de sensor hasta alcanzar la señal ideal de trabajo	0.0 5	Mantenimiento Planificado	N O	1	Eléctrico	Detenido	Diario

				Suciedad	Sensor y reflector sucios esto ocasiona mala alimentación de botella al ingreso de la maquina	Limpiar con paño ambos componentes para tener una buena señal de los sensores	0.08	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Eléctrico /Operador	Detenido	Diario	
				Malas practicas	Conector de sensor dañado , mala señal que ocasiona paradas en línea al ingreso de botella a la maquina	Revisar y ajustar conector de sensor , cambiar sensor o conector si lo requiere	0.25	Mantenimiento Planificado	N O	1	Eléctrico	Detenido	Mensual	
Conjunto de etiquetado	Empalmador automático de etiqueta	26.8	Realiza la unión de dos etiquetas mediante el empalme	Empalmador de etiqueta con defecto , etiqueta se desfasa	Error operativo	Sensores del porta bobina están mal alineados	Realizar una adecuada alineación de los sensores con las bobinas de etiqueta , para que el empalmador trabaje correctamente	0.1	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Diario
					Error operativo	Escáner que controla la longitud de etiqueta mal calibrado	Calibrar escáner de etiqueta correctamente , antes de realizar una adecuada limpieza	0.05	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Diario
					Error operativo	Patines empalmadores no son los correctos	Colocar correctamente y limpios los patines empalmadores , correspondientes a cada formato	0.05	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Diario
					Error operativo	Parámetros del set point fuera de rango	Revisar y corregir parámetros de set point desde panel de control del operador	0.5	Monitoreo De Condición	N O	1	Operador	Operación	Diario
					Error operativo	Etiqueta se despega del empalme	Colocar en posición correcta la etiqueta en el patín de empalme , y colocar correctamente la cinta de doble contacto en la etiqueta	0.05	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Operación	Diario
					Suciedad	Sensores con suciedad , sensibilidad falsa	Realizar limpieza de los sensores , por sensibilidades del sensor incorrectas , realizan un empalme incorrecto	0.05	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Diario
					Suciedad	Cuchilla de corte no corta correctamente , etiqueta se queda en cuchilla	Realizar limpieza de la cuchilla con mucho cuidado retirando suciedad acumulada	0.1	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Mensual
					No empalma	Componentes neumáticos defectuosos , conectores ,	Realizar la inspección de componentes neumáticos , de ser necesario cambiarlos	0.5	Inspección Condición	N O	1	Operador	Operación	Mensual

					mangueras neumáticas, Electrovalvula y pistón neumático									
					No empalma	Falta de aire en el sistema	Revisar presión de aire del sistema	0.5	Inspección Condición	N O	1	Operador	Operación	Mensual
Sistema de Ingreso Etiquetadora	Poleas de transmisión	25.3	Transfiere el movimiento de todo el carrusel y platillos	No transmite potencia al carrusel y platillos	Transmisión del servomotor incorrecto	Faja sincrónica dañada	Revisar estado de la faja sincrónica e informar	0.1	Inspección Condición	N O	1	Mecánico	Detenido	Mensual
					Transmisión del servomotor incorrecto	Faja sincrónica dañada	Desmontar la faja dañada , soltando sus templadores , realizar el cambio de faja ajustando hasta que tenga un temple adecuado	0.5	Mantenimiento Planificado	SI	2	Mecánico	Detenido	Semestral
					Transmisión del servomotor incorrecto	Servomotor con falla	Revisar estado del servomotor para realizar el cambio por otro	0.1	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operación	Mensual
					Transmisión a poleas deficiente	Fajas principales estiradas y dañadas	Revisar estado de ambas fajas	0.08	Mantenimiento Autónomo	N O	1	mecánico/Operador	Detenido	Mensual
					Transmisión a poleas deficiente	Fajas principales estiradas y dañadas	Cambiar fajas dañadas y estiradas , realizar limpieza de todas las poleas , transmisión del carrusel y poleas de los platillos , ajustar fajas a un temple adecuado , realizar pruebas	8	Mantenimiento Planificado	SI	3	mecánico	Detenido	Semestral
					Transmisión a poleas deficiente	Fajas estiradas y sueltas	Revisar templado de fajas , ajustar si es necesario , para obtener mejor transmisión	0.25	Mantenimiento Planificado	N O	1	mecánico/Operador	Detenido	Mensual
					Suciedad	Poleas y faja con mucha suciedad	Revisar y limpiar todas las poleas , vertiendo agua al término de cada producción , para evitar mayo desgaste de las fajas y componentes	0.5	Mantenimiento Autónomo	N O	1	Operador	Detenido	Diario

Fuente: Elaboración Propia

5.5.6. Desarrollo de AMEF Capsulador AROL

Tabla 35: AMEF Capsulador AROL

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: CAPSULADORA AROL L3 NUMERO DE ACTIVO SAP: 10012952							LISTA DE INSTRUCCIONES PARA PLANIFICACION							
SUBSISTEMA, ZONA O SECCION DEL ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAZIZ (APLICAR 5 X QUE'S)	ACTIVIDAD DETECCION Y/O PREVENION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	REQUIERE PROCEDIMIENTO PERSONAL	ESPECIALIDAD	ESTADO EQUIPO	FRECUENCIA	
Carrusel capsulador	Grupo centrador botella (cuchillas anti rotacionales)	38.6	Centra y fija la botella para que se encuentre con la tapa que le corresponde.	La tapa no llega al torque requerido	Presencia de viruta en la estrella.	Desgaste de la cuchillas anti rotacional	Inspección, las cuchillas deben estar con suficiente filo para anclar en el cuello de la botella y todas debe tener la misma altura (2mm).	0.5	Mantenimiento Autónomo	No	1	Operador	Detenido	Mensual
	Grupo cabezales	34.4	Aplica tapas a las botellas con producto, dejándolas al torque específico.	Capsulado no llega al torque específico y no cumple especificaciones de calidad	Torque de remoción superior o inferior al específico	No se regulo el torque en los cabezales	Inspección de la regulación del torque para el envase, según las especificaciones de calidad	1	Inspección Condición	No	1	Mecánico	Detenido	Inicio de producción
					Variación del torque entre los cabezales	Deficiencia de los anillos magnéticos	Inspección del estado de los magnetos (ralladura, desgaste)	3	Mantenimiento Planificado	Si	1	Mecánico	Detenido	Semestral
						Falta de lubricación	Lubricación según la cartilla de lubricación, teniendo cuidado en tipo de grasa cantidad y frecuencia, llenar el registro de la orden de mantenimiento.	1	Lubricación	No	1	Lubricador	Detenido	Quincenal
					Capsulado con tapa ladeada	Cabezal descentrado con referencia a la estrella guía de la botella	Inspección del centrado del cabezal y la estrella guía	0.5	Inspección Condición	No	1	Operador	Detenido	Diario
					Capsulado con precinto roto	La tapa baja demasiado en el pico de la botella	Inspección de la altura correcta del carrusel, según cartilla del operador	0.5	Monitoreo De Condición	No	1	Operador	Detenido	Inicio de producción

					Tapa ladeada en el cono capsulador (chuck)	Cono capsulador no sujeta correctamente la tapa	Inspección del estado de los chucks, billas completas y buenas condiciones de los O-rings	1	Inspección Periódica	No	1	Mecánico	Detenido	Mensual
	Grupo pistones	30.5	Motorización del giro de los cabezales	No transmite movimiento circular uniforme a los cabezales	Pistón no gira	Falta de lubricación.	Lubricación según la cartilla de lubricación, teniendo cuidado en tipo de grasa cantidad y frecuencia, llenar el registro de la orden de mantenimiento.	0.5	Lubricación	No	1	Lubricador	Detenido	Quincenal
						Desgaste de los rodamientos del pistón	Inspección visual de la condición del rodamiento	2	Inspección Condición	No	1	Mecánico	Detenido	Annual
						Desgaste de los piñones	Inspección visual del estado de los piñones	2	Inspección Condición	No	1	Mecánico	Detenido	Annual
						Rodamiento seguidor de leva no gira	Lubricación según la cartilla de lubricación, teniendo cuidado en tipo de grasa cantidad y frecuencia, llenar el registro de la orden de mantenimiento.	1	Lubricación	No	1	Lubricador	Detenido	Quincenal
						Desgaste de los patines guía de leva	Inspección y regulación de los patines debe tener 0.05 mm entre el patín y la leva	1	Monitoreo De Condición	No	1	Mecánico	Detenido	Annual
Transmisión principal	Transmisión sistema capsulado	28.7	Tren de transmisión de piñones que recibe potencia y la transmite al capsulador.	Vibración, ruido, velocidad no es constante	Desgaste de los elementos que componen el tren de transmisión	Presencia de cuerpo extraño entre los piñones	Inspección visual del estado de los piñones	0.5	Inspección Condición	No	1	Operador	Detenido	Diario
						Falta de limpieza y lubricación	Lubricación según la cartilla de lubricación, teniendo cuidado en tipo de grasa cantidad y frecuencia, llenar el registro de la orden de mantenimiento.	5	Lubricación	No	1	Lubricador	Detenido	Quincenal
Sistema buffer	Soportes "H"	28.7	Guía y estabiliza el giro del disco buffer	La espiral no entrega las tapas correctamente	El disco buffer tiene giro ondulatorio	Desgaste de las guías "H"	Inspección de la regulación y desgaste de las guías "H", teniendo en cuenta que las guías tienen lanas para regular progresivamente al desgaste	0.5	Inspección Condición	No	1	Mecánico	Detenido	Mensual
						Mala regulación en el cambio de las guías "H"	Cambio de las guías y debe quedar una luz de 0.5 mm entre la ranura y el disco buffer	1	Mantenimiento Planificado	No	1	Mecánico	Detenido	Semestral
	Disco buffer	28.5	Base de apoyo en el tránsito de las tapas por la espiral	Se atora las tapas en la espiral	Suciedad en la espiral o cuerpo extraño	La espiral está expuesta en los cambios de formato y saneado	Inspección de la limpieza del disco buffer	0.5	Inspección Periódica	No	1	Operador	Detenido	Diario

	Pistón trabador de tapas	28.2	Traba las tapas a la salida de la espiral.	Demora en responder a la señal del sensor	Electroválvula o pistón neumático en mal estado	Pistón no está alineado con el soporte,	Inspección, buscando fuga de aire en el vástago del pistón o en las vías de la electroválvula	0.5	Inspección Periódica	No	1	Mecánico	Detenido	Mensual
Conjunto nivel tapas	Carrilera	26.7	Guía de tapas y desinfección con lámpara UV.	No desliza correctamente e las tapas	Des alineamiento de la carrilera con el conjunto buffer	Golpes y sobrecarga en la carrilera durante cualquier intervención en la maquina	Inspección del alineamiento de las uniones de la carrilera buscando que la tapa deslice sin problemas	0.5	Inspección Periódica	No	1	Operador	Detenido	Diario
	Sistema neumático	26.5	Apoya el tránsito de las tapas soplando en unos puntos de la carrilera	No desliza correctamente e las tapas	Los componentes no tienen fuerza por la fugas de aire	Desorientación del flujo del aire	Inspección de la orientación de la manguera que sopla a las tapas y sujeción de la manguera	0.5	Mantenimiento Planificado	No	1	Operador	Detenido	Diario
	Detección de tapas	25.8	Dosifica sincronizadamente las tapas	No circula las tapas	Suciedad y mala señal en los componentes de detección	En las intervenciones de la máquina se apoyan en los sensores y los des calibran	Ajuste de los espejos y la orientación de los sensores de la carrilera de tapas	0.5	Inspección Periódica	No	1	Eléctrico	Detenido	Diario

Fuente: Elaboración Propia

5.5.7. Desarrollo de AMEF Generador de Ozono

Tabla 36: AMEF Generador de Ozono

AMEF DE EQUIPO CRITICO A: GENERADOR DE OZONO NUMERO DE ACTIVO SAP: 10013130							LISTA DE INSTRUCCIONES PARA PLANIFICACION								
SUBSISTEMA, ZONA O SECCION DEL ACTIVO	COMPONENTE	CRITICIDAD COMPONENTE	FUNCION	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSA RAIZ (APLICAR 5 X QUE'S)	ACTIVIDAD DE/TECCION Y/O PREVENCION (Qué y cómo, para evitar la causa raíz)	TIEMPO ESTIMADO (hrs)	CLASE ACTIVIDAD	REQUIRE PROCEDIMIENTO	PERSONAL	ESPECIALIDAD	ESTADO EQUIPO	FRECUENCIA	
Inyección a presión de Ozono	Controlador WEST 6100	40	Controlador para la generación de Ozono, mediante un control PID	No Controla El nivel de Generación de Ozono	Genera mucho o poco Ozono	Controlador descalibrado	Inspección y revisión de parámetros, según hoja de configuración	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Instrumentista	Detenido	Mensual	
							Revisar y reajustar terminales	0.5	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Detenido	Mensual	
							Medir señal analógica de entrada	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Instrumentista	Operando	Trimestral	
							Verificar el set point del controlador (0.4 ppm)	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Inicio Prod.	
						Medidor de Ozono ROSEMOUNT descalibrado	Inspección y revisión de parámetros, según hoja de configuración	1	Monitoreo De Condición	SI	1	Instrumentista	Detenido	Mensual	
							Revisar y reajustar terminales	0.5	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Mensual	
							Medir señal analógica de Salida	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Instrumentista	Operando	Trimestral	
						Alimentación de voltaje fuera de rango	Realizar la medición de voltaje, según especificaciones	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual	
						Controlador no prende	No hay presencia de Voltaje	Realizar la medición de voltaje, según especificaciones	0.25	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
						Controlador malogrado	Cambio de controlador	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Eléctrico	Detenido	Anual	
Ozonizador	Reactor de Ozono	39.1	Genera ozono a través de placas y alto voltaje	No Genera Ozono	Bajo nivel de generación de Ozono	No hay flujo de Oxígeno	Inspección visual del medidor de flujo de Oxígeno	0.25	Inspección Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Semanal	
							Inspección de conectores y mangueras	1	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Detenido	Trimestral	
							Inspección sensorial del flujo de Oxígeno y Ozono	0.25	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Inicio Prod.	

Controlador de Voltaje Pacific Ozone	39.1	Controla la cantidad de energía que la fuente envía al reactor	No Genera Ozono	Pérdida de Lazo de Voltaje	Falso Contacto en terminales	Revisar y reajustar terminales	0.25	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
					Placa electrónica dañada	Medir señal analógica de Entrada (0 a 10Vdc)	0.25	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Trimestral
						Medir señal analógica de Salida(0 a 220 VAC)	0.25	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Trimestral
Controlador ROSEMO UNT 1056 (tanque de Contacto)	39.1	Monitor de la cantidad de ozono disuelto en el tanque de mezcla	Concentración de Ozono, fuera de estándar	No llega a la concentración deseada	No ingresa Ozono	Revisar e inspeccionar sensorialmente ingreso de ozono	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Inicio Prod.
					Sensor en Falla	Observar y revisar el indicador de generación de Ozono, ubicado en el panel del generador	0.2	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
						Inspeccionar y realizar mantenimiento de válvula check	0.5	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
				No detecta nivel de Concentración de Ozono	Sensor en Falla	verificar corriente de salida de sensor	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Instrumentista	Operando	Mensual
					Sensor descalibrado	Realizar contraste de valor con patrón de calidad	1	Inspección Periódica	SI	1	Instrumentista	Detenido	Mensual
					Agua fuera de Parámetros(concentración de sales)	Realizar medición y análisis de valor, contrastando con patrón de calidad	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Trimestral
Fuente de alto voltaje	39.1	Envía la energía necesaria al reactor	No hay generación de Ozono	Fuente de voltaje en falla	No hay ingreso de Voltaje	Realizar la Medición de Voltaje de entrada, según especificaciones (220 VAC)	0.25	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
					No hay salida de Voltaje	Realizar la Medición de Voltaje a la salida, según especificaciones (5000vdc)	0.25	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
					Fusibles quemados	Realizar medición de Continuidad en fusibles	0.2	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
Inyector (Venturi)	36.9	Accesorio de mezcla Ozono con el agua	Baja concentración de Ozono en el tanque PRE-MEZCLA	Inyección deficiente de Ozono	Tubería obstruida	Revisar e Inspeccionar limpieza de Tubería	0.5	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
					Ingreso de Ozono Deficiente	Inspección sensorial (sensorial=olor)	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Inicio Prod.
Sensor de Ozono disuelto	36.9	Detecta y mide la cantidad de Ozono en el agua, en el tanque de PRE-MEZCLA	Medición de Ozono errónea	Medición fuera de Norma	Sensor de Ozono descalibrado	Realizar pruebas, mediante un procedimiento de monitoreo, con ayuda de calidad para corroborar dicha medición de concentración	1	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
					Sensor malogrado	Realizar medición de señal analógica de salida	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Instrumentista	Operando	Trimestral
					Agua fuera de Parámetros(concentración de sales)	Realizar análisis de valor con patrón de calidad	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Inicio Prod.

			Detecta y mide la cantidad de Ozono en el agua, en el tanque de CONTACTO	Medición de Ozono errónea	Medición fuera de Norma	Sensor de Ozono disuelto descalibrado	Realizar pruebas, mediante un procedimiento de monitoreo, con ayuda de calidad para corroborar dicha medición de concentración	1	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
						Sensor malogrado	Realizar medición de señal analógica de salida	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Instrumentista	Operando	Trimestral
						Agua fuera de Parámetros(concentración de sales)	Realizar análisis de valor con patrón de calidad	1	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Operando	Inicio Prod.
Tratamiento de ingreso de aire	Filtro Coalescente 0.01 micras	35.7	Filtrar impurezas del aire	Bajo ingreso de aire	Filtro obstruido	exceso de impurezas en el aire de ingreso	Realizar la inspección y limpieza de filtro	0.5	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
							Realizar el cambio de filtro	0.5	Mantenimiento Planificado	SI	1	Eléctrico	Detenido	Mensual
Inyección a presión de Ozono	Variador de velocidad ABB	39.1	Permite la variación de velocidad de la bomba de inyección	No hay inyección de agua	No envía Agua	Variador Inoperativo	Inspección sensorial (sensorial=olor)	0.5	Inspección Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Semanal
							Medición de Voltaje	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
							Realizar una inspección y reajuste de terminales	0.5	Inspección Periódica	SI	1	Eléctrico	Detenido	Semanal
				Nivel de Agua	Mediante la toma de muestra	0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Inicio Prod.		
			Permite la variación de velocidad de la bomba de recirculación	No hay inyección de agua	No envía Agua	Variador Inoperativo	Inspección sensorial (sensorial=olor)	0.5	Inspección Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Semanal
							Medición de Voltaje	0.5	Monitoreo De Condición	SI	1	Eléctrico	Operando	Mensual
	Nivel de Agua	Mediante la toma de muestra				0.5	Mantenimiento Autónomo	SI	1	Operador	Detenido	Inicio Prod.		

Fuente: Elaboración Propia

5.6. Propuesta del Nuevo Modelo de Planeación de Mantenimiento y Control del Trabajo

5.6.1. Planeación y Control de Trabajo

El propósito del proceso de planificación y control es realizar un trabajo con mayor eficiencia a través de un ciclo de mejora continua.

La gestión y control del trabajo se realiza en base a órdenes de trabajo planificadas, programadas y controladas con retroalimentación continua y actualizaciones sobre el trabajo y los recursos utilizados.

En la siguiente imagen se puede observar el modelo de planeación y control de trabajo.

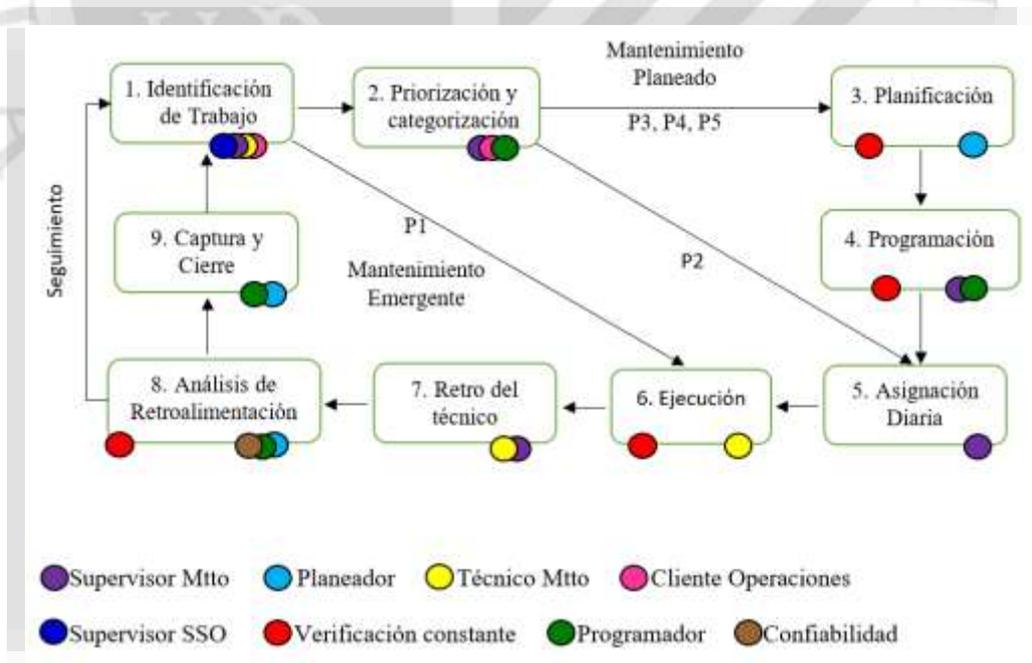


Figura 22: Modelo de Planeación y Control de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se detalla los pasos de planeación y control de trabajo.

1) Identificación del Trabajo.

La identificación de trabajo debe realizarse de manera formal y clara a fin de que la priorización, planeación, programación y ejecución del trabajo sea rápida y efectiva.

Procedimiento.

- A. Si se encuentra alguna avería o falla en el equipo, esta debe ingresarse mediante el sistema SAP con el número de transacción IW21 y crear el aviso de trabajo a ejecutar, cerciorándose que la información sea clara y concisa, mediante el uso de correo electrónico, radio o móvil, para un mayor alcance de la tarea a realizar.
- B. El supervisor ingresa al sistema SAP a la transacción IW29 y descarga el reporte de los avisos generados un día antes. Si el reporte carece de claridad, se debe contrastar la información con la persona que generó el aviso.
- C. El supervisor deberá evaluar los requerimientos y verificar que cumplan con la información requerida y si el trabajo es realmente necesario.
- D. Si existen 2 o más avisos referidos hacia el mismo trabajo; se deberá elegir el que tenga mayor alcance de la actividad y eliminar los demás. También si el aviso generado no es necesario, el requerimiento debe eliminarse.
- E. Si la información es contundente, se genera la orden de trabajo.

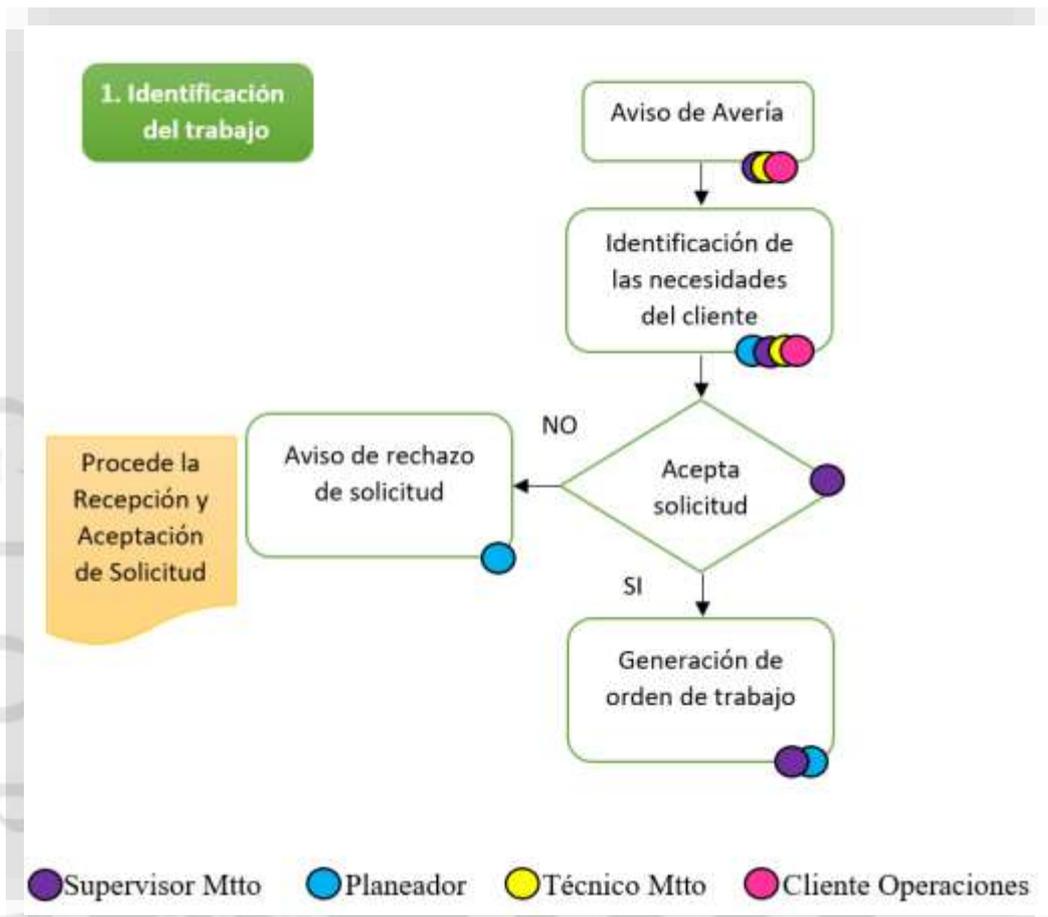


Figura 23: Diagrama de flujo - identificación de trabajo

Fuente: Elaboración Propia

2) Priorización y Categorización

2.1. Priorización

Una vez generada la orden de trabajo esta debe ser priorizada bajo la criticidad de cada activo y los objetivos planteados por la compañía.

Para priorizar las órdenes de trabajo se plantea el siguiente modelo de priorización:

	(E) Mejora la eficiencia del proceso de producción, restauración de la integridad técnica de la planta. Mejoras generales, metas futuras en	(D) La ejecución mejora la eficiencia de los procesos productivos y/o la integridad de los equipos.	(C) La no ejecución genera una situación que afecta el cumplimiento de las metas de producción con el tiempo.	(B) La no ejecución afecta el cumplimiento de las metas de producción y/o genera altos costos de reparación.	(A) La no ejecución genera una amenaza inmediata a la seguridad de las personas, los equipos y el ambiente.
(1) Equipo crítico para la seguridad y la operación de toda la planta.	E.1	D.1	C.1	B.1	A.1
(2) Equipo crítico para la producción continua en los procesos.	E.2	D.2	C.2	B.2	A.2
(3) Equipo en "stand by" en sistema críticos de producción.	E.3	D.3	C.3	B.3	A.3
(4) Equipos auxiliares de los procesos.	E.4	D.4	C.4	B.4	A.4
(5) Equipo no crítico.	E.5	D.5	C.5	B.5	A.5

Figura 24: Priorización y Categorización

Fuente: Elaboración propia.

La priorización de los requerimientos de mantenimiento actual son bajo los siguientes criterios.

Prioridad	Descripción	Tiempo	Responsables	Tipo de OT	Color
1	Emergencia	Inmediato	Supervisor	Correctivo Emergentes (riesgos de seguridad/salud/medio ambiente)	Rojo
2	Críticas	1 a 7 días	Supervisor	Correctivo Emergentes (riesgos para la continuidad de los procesos)	Naranja
Correctivos Programado				Amarillo	
Mantenimiento				Verde	
Mantenimiento planeados, mayores				Azul	

Figura 25: Priorización de requerimientos de mantenimiento actual

Fuente: Elaboración propia

Se propone el siguiente modelo de priorización de requerimientos de mantenimiento bajo la configuración actual de SAP.

Prioridad	Criticidad	SAP	Ejecución	Responsable
P1	Equipo según emergencia (A, B, C)	Muy lento	Inmediato	Supervisor mantenimiento
P2		Alto	1- 7 días	Supervisor mantenimiento
P3	Equipo Crítico A	Medio	8-30 días	Planeador
P4	Equipo Crítico B			
P5	Equipo Crítico C	Bajo	≥30 días	Planeador

Figura 26: Priorización de requerimientos de mantenimiento propuesto

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la priorización se debe previamente considerar el análisis de criticidad de los equipos que conformar la línea Combi anteriormente mencionados.

2.2. Categorización.

La gerencia de Gestión de Activos implementa el siguiente modelo de categorización con la finalidad de obtener un mayor control de cada actividad de mantenimiento desarrollada.

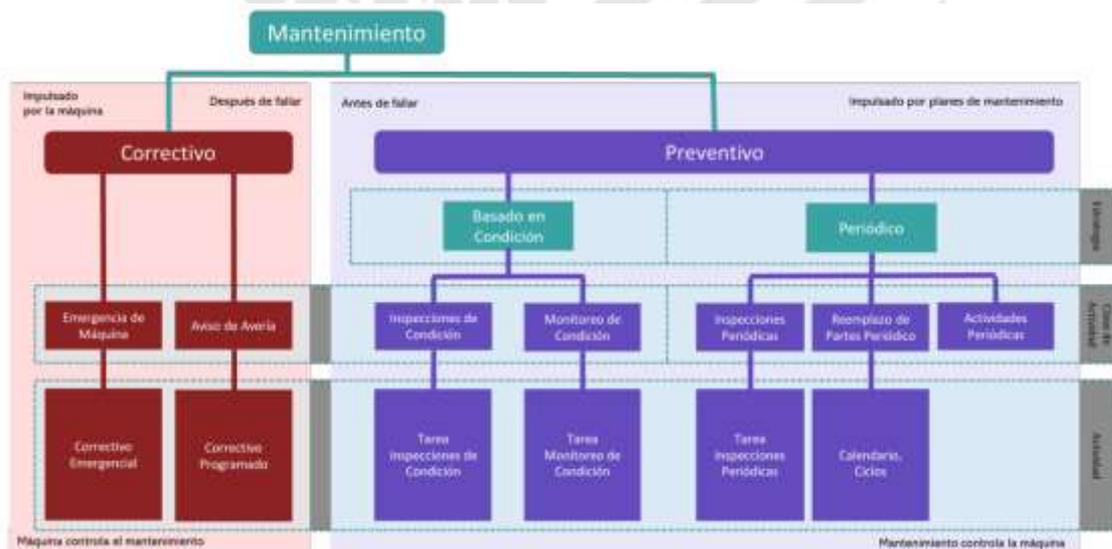


Figura 27: Categorización de Actividades de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

La categorización de actividades de mantenimiento se realizará bajo la configuración actual en el sistema SAP.

Clase de Orden	CORRECTIVO		PREVENTIVO						
	PM01		PM02						
Estratégico			Basado en condición			Periódico			
Clase de Actividad	Emergencia de máquina	Aviso de avería	Inspección de condición	Monitoreo de condición	Inspecciones Periódicas	Reemplazo de partes periódico	Actividades Periódicas		
Actividades	Correctivo Emergencia	Correctivo Programado	Inspección de condición	Monitoreo de condición	Tareas inspecciones periódicas	Mantenimiento planificado	Lubricación	Mantenimiento autónomo	ACR, ADM, Técnico y Proyectos
	M1	M2	P8	P9	P1	P2	P6	P7	P4
	Actividad resultante de la pérdida funcional de un componente y/o activo y debe ser corregida inmediatamente.	Actividad derivada de una solicitud de mantenimiento, mediante la cual se detectó una condición fuera de estándar y debe ser corregida a la brevedad	Actividades de inspección y/o búsqueda de fallas basadas en observaciones sensoriales contra un estándar o función. (aceptable/no aceptable) Ruido audible, coloración, desgaste, calentamiento, olor, etc.	Actividades de búsqueda de fallas basadas en monitoreo con instrumentos analíticos dentro de un rango aceptable de operación (variables) Corriente, vibración, temperatura, conteo de partículas, etc.	Actividades de búsqueda de fallas para comprobar la función del componente dentro del estándar establecido. Normalmente se realizan con máquina detenida.	Actividades de restauración de las condiciones iniciales del componente y/o activo de manera planificada.	Actividades especializadas en tácticas de tribología para la conservación de los componentes del activo.	Actividades basadas en revisión sensorial, ajustes de máquina, lubricación y limpieza realizada por el operador para conservación del componente y/o activo	Actividades de análisis, confiabilidad, proyectos y mejora relacionados con el desempeño de un activo
	Equipo Detenido		Equipo Operando		Equipo detenido		Equipo detenido/ marcha		

Figura 28: Esquema de configuración en SAP

Fuente: Elaboración Propia

Procedimiento

- A. Las órdenes de trabajo son priorizadas por el supervisor de mantenimiento según el estándar establecido.
- B. El supervisor revisa la existencia de una orden de trabajo que requiera atención inmediata con prioridad P1 y no haya sido atendida aún.
- C. De encontrarse la existencia de una orden de trabajo con prioridad P1, que no haya sido atendida, se procede a su ejecución.
- D. La categorización de la orden de trabajo es establecida por el supervisor de mantenimiento cumpliendo el modelo de la gerencia de Gestión de Activos.
- E. Los detalles del alcance de la tarea son establecidos por el supervisor de mantenimiento, indicando los materiales necesarios, si la tarea se realizará con la máquina en funcionamiento o detenida, además de delegar al técnico indicado para la actividad.
- F. El supervisor de mantenimiento constata que las órdenes de trabajo sean priorizadas, categorizadas y contengan los detalles del trabajo.
- G. La orden de trabajo está lista para ser planeada.

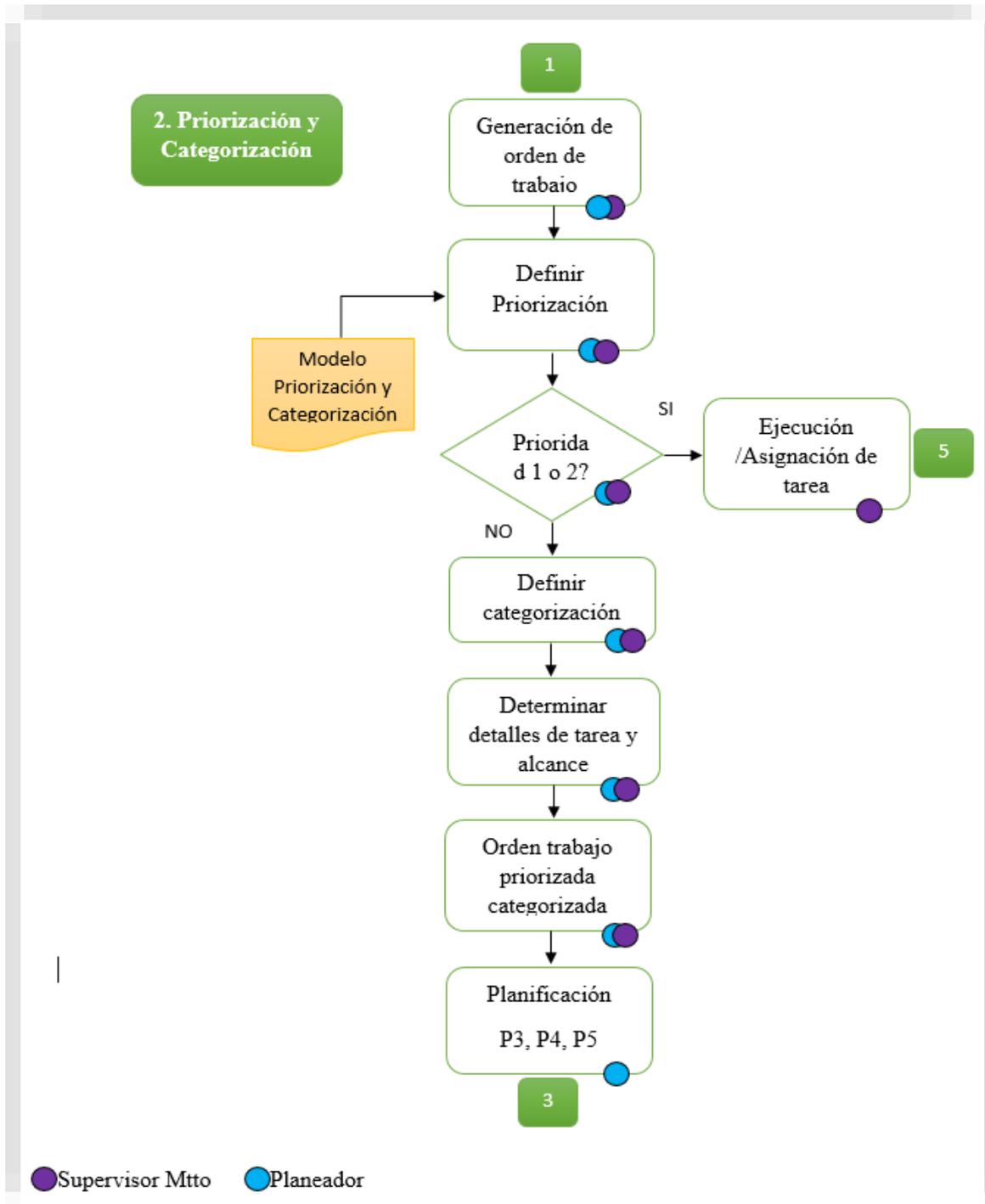


Figura 29: Diagrama de flujo – Priorización y Categorización

Fuente: Elaboración Propia

3) Planificación.

La planificación de los trabajos se realizará una semana anterior a la ejecución determinando la capacidad de mano de obra disponible para la realización de cada hora de trabajo.

Los planes de mantenimiento deben ser priorizados de acuerdo a las órdenes emitidas por el sistema SAP y las que se encuentren en backlog.

Una orden de trabajo deberá ser planeada si cumple los siguientes requisitos:

Contar con repuestos reservados, permisos de seguridad, información necesaria como procedimientos, especificaciones técnicas de equipos y diagramas, además de cumplir la programación de producción.

Procedimiento

- A. El planeador de mantenimiento ejecuta la transacción IW38 con la finalidad de verificar si el trabajo es planeado o no planeado, y si se complementa con tareas del backlog.
- B. El planeador estima si la tarea será ejecutada por técnicos de la compañía o por terceros.
- C. Si la tarea será realizada por terceros, el planeador de mantenimiento deberá colocar una SolPed (solicitudes de pedido), indicando a detalle los requerimientos.
- D. El comprador realiza la cotización del trabajo o servicio.
- E. Se realiza el trámite de la cotización del trabajo o servicio.
- F. Se libera la orden de compra.
- G. Se genera la orden de compra
- H. La orden de mantenimiento se encuentra lista para programarse.

- I. El plan de mantenimiento debe cumplir con los requerimientos establecidos por el Plan de Cuidado de Activos (PCA), el mismo que comprende el tipo de mantenimiento a realizar, la disposición de repuestos, herramientas requeridas, horas hombre, equipos en funcionamiento o detenido e información necesaria.
- J. Si la tarea será realizada por técnicos de la compañía, el planeador revisa que se cumpla los requisitos establecidos por el PCA.
- K. Se revisa el requerimiento de repuestos, cerciorándose que se encuentren disponibles, en la cantidad necesaria, que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas por el fabricante, como también la disponibilidad de consumibles como solventes y anticorrosivos.
- L. Se revisa los requerimientos de seguridad. El planeador debe asegurarse que los técnicos cuenten con permisos de alto riesgo o trabajos específicos, equipos de protección personal, capacitaciones de seguridad y salud ocupacional, permisos para ingreso en caso de terceros.
- M. Se revisa los requerimientos de herramientas. El planeador debe asegurarse que los técnicos cuenten con todas las herramientas y equipos necesarios para realizar la tarea.
- N. Se revisa el requerimiento de horas hombre. El planeador debe revisar la cantidad de horas necesaria para ejecutar el trabajo.
- O. Si se cumplen todos los requerimientos, el plan está lista a ser programada.

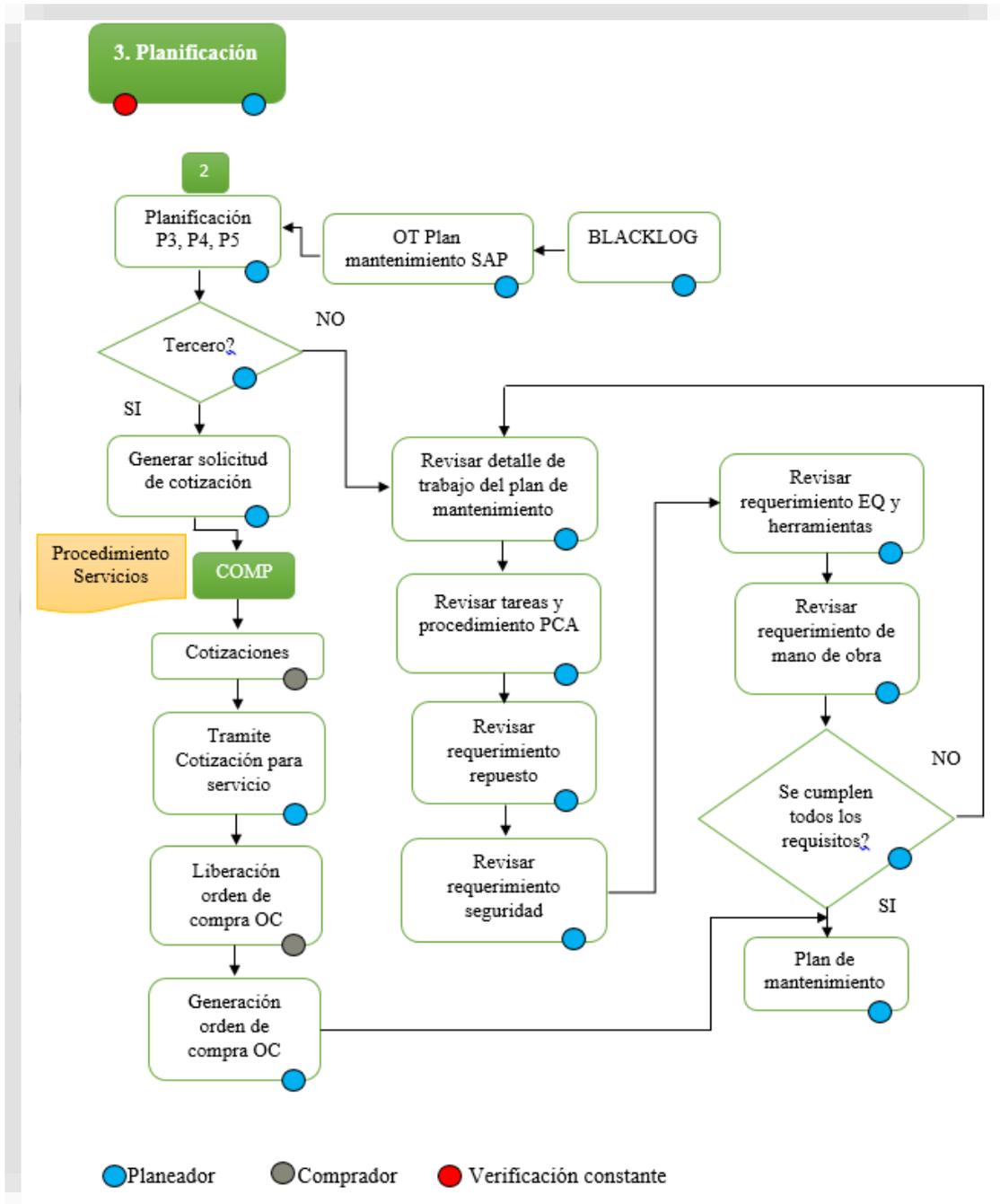


Figura 30: Diagrama de flujo – Planificación

Fuente: Elaboración Propia

4) Programación.

Debe realizarse un programa semanal con la finalidad identificar el perfil técnico y la fecha establecida para realizar la actividad. Después debe realizarse una reunión donde se involucran todas las partes interesadas en la obtención de un acuerdo general sobre el calendario de la próxima semana, mediante la Junta de Planeación Semanal y Junta de Programación Diaria.

Procedimiento.

- A. El planeador entrega el plan de mantenimiento al programador de mantenimiento y el a su vez revisa el tiempo de ejecución de la tarea, la especialidad del técnico requerido, el equipo al que se realizará el mantenimiento, etc.
- B. El programador asigna las tareas de trabajo por día según la disponibilidad de la máquina previamente acordada con planeación de la producción.
El mantenimiento autónomo es responsabilidad del supervisor de producción, quien determinará el momento oportuno de hacerlo.
- C. El programador conjuntamente con el planeador establecen la cantidad de horas necesarias requeridas de la línea o equipo, en una reunión de planeación semanal.
- D. El área de planeación de la producción, mantenimiento y el área de producción revisan el plan de mantenimiento y acuerdan la disponibilidad de los equipos, si es necesario ultiman detalles según la necesidad de la línea.
- E. El programador contrasta si el plan de mantenimiento requirió algún cambio.
- F. Si el plan de mantenimiento sufrió algún cambio, el programador hace los ajustes necesarios, generando el nuevo plan de mantenimiento.

- G. El programador al generar el plan de mantenimiento debe contener detalles tales como: orden de trabajo, descripción de la tarea, equipos a ser intervenidos, día, tiempo y responsable de la ejecución.
- H. El programador de mantenimiento plasma el plan de mantenimiento y lo publica con la finalidad de tener un control del progreso según la ejecución de tareas.
- I. El programador de mantenimiento hace un segundo control de la disponibilidad de los materiales, cerciorándose que estén disponibles.
- J. El programador de mantenimiento verifica que el personal con las habilidades requeridas se encuentre disponible para realizar la tarea.
- K. El programador de mantenimiento imprime las órdenes de mantenimiento.
- L. El programador entrega las ordenes de mantenimiento al supervisor responsable.

5) Asignación diaria

El supervisor de mantenimiento con un día de antelación, realiza un plan diario usando el progreso de las órdenes de trabajo actuales y nuevas órdenes de trabajo de prioridad alta y no planeadas.

El supervisor de mantenimiento es el responsable de la ejecución del trabajo, por lo tanto los técnicos y otros recursos de mantenimiento realizan el reporte únicamente al supervisor encargado.

Procedimiento.

- A. El primer día de la semana en curso o el viernes pasado, el supervisor de mantenimiento recibe el plan semanal donde verifica la disponibilidad de los

recursos cerciorándose que los pedidos estén listos para realizar los trabajos con terceros.

- B. El supervisor de mantenimiento hace una revisión de las tareas programadas para el día. Si detecta alguna necesidad la aclara con el planeador.
- C. El supervisor asiste a la junta diaria, donde expone la ejecución de trabajos realizados y registra nuevos trabajos recientes con prioridad 1 o 2 que no estén contemplados en el plan de mantenimiento.
- D. Después de realizada la junta, el supervisor verifica si el plan tuvo un cambio, si existiese ajusta el plan diario.
- E. El supervisor verifica si la tarea será ejecutado por los técnicos de la compañía o por terceros.
- F. El supervisor asigna las órdenes de trabajo a realizarse a los técnicos responsables.

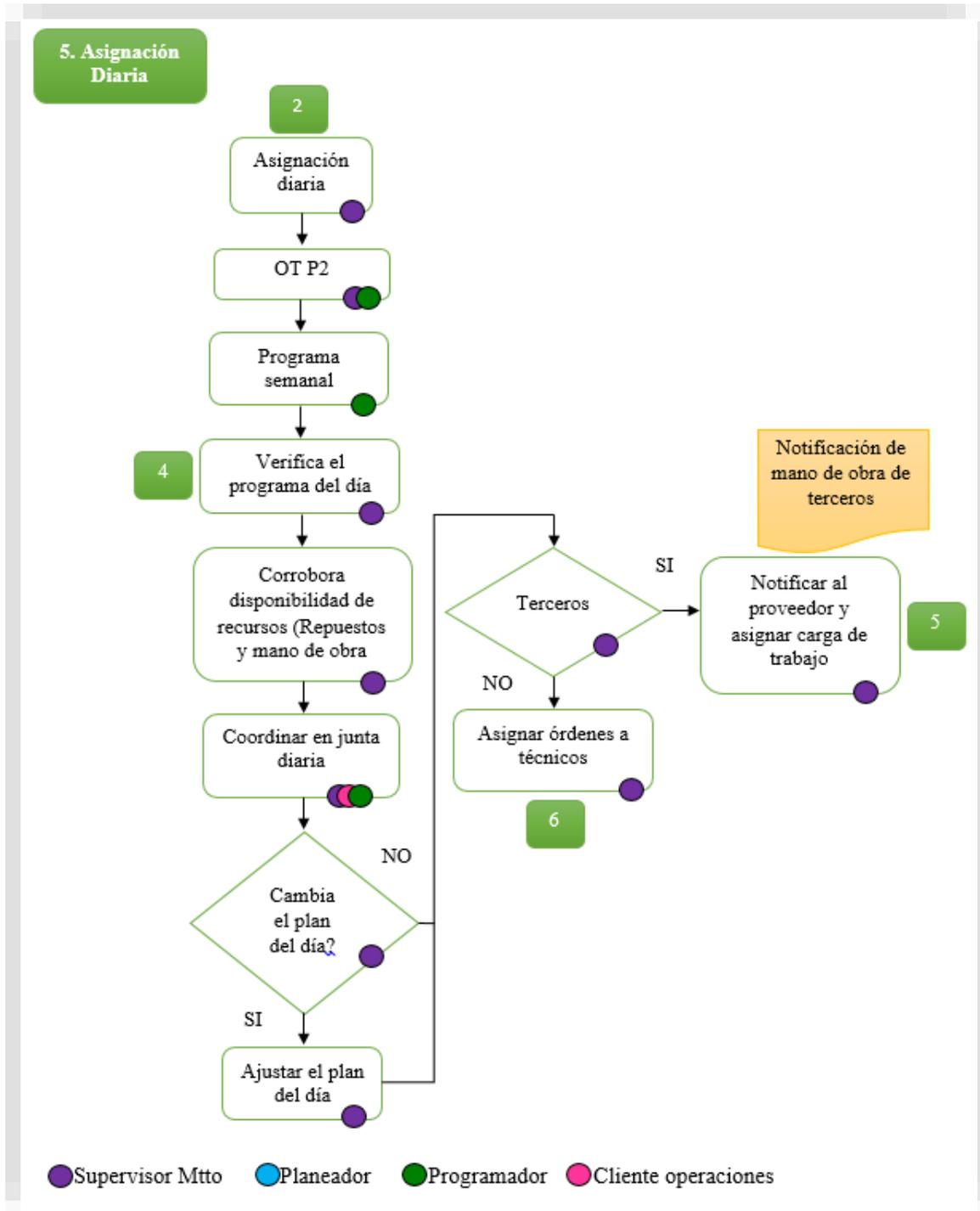


Figura 31: Diagrama de flujo – Asignación Diaria

Fuente: Elaboración Propia

6) Ejecución

Para la ejecución de la tarea se recomienda tener una junta breve antes de comenzar los trabajos para ultimar detalles o algún problema relacionado con la realización de los trabajos del día.

Procedimiento

- A. El supervisor asigna las órdenes de trabajo a los técnicos dependiendo de su especialidad.
- B. El técnico acompañado del supervisor determinan donde se realiza la intervención con el objetivo de hacer más eficiente el trabajo.
- C. El técnico responsable de realizar la tarea debe identificar los riesgos y peligros para la ejecución del trabajo y debe contar con todos sus permisos de seguridad.
- D. El técnico solicita la autorización del supervisor de mantenimiento, producción y seguridad (cuando se requiera) para comenzar a ejecutar la tarea.
- E. El técnico ejecuta el trabajo apoyándose de manuales, instructivos y las herramientas adecuadas. Si encuentra alguna inconsistencia en la información, materiales o herramientas, lo anota en la orden de mantenimiento.
- F. El técnico se asegura que todos los procedimientos de seguridad necesarios para el arranque del equipo sean cumplidos
- G. El técnico se asegura de que el área de trabajo quede limpia, dispone de manera segura los residuos peligrosos y retira cualquier implemento utilizado y avisa al supervisor que ha concluido el trabajo.
- H. El supervisor hace la entrega formal del equipo al supervisor de producción.

- I. El supervisor de producción hace las verificaciones que crea convenientes. Si el trabajo no es aprobado, se retorna a la ejecución de la tarea. Si el supervisor de producción aprueba el trabajo, firma la orden de mantenimiento y coloca sugerencias o recomendaciones si fuese necesario.

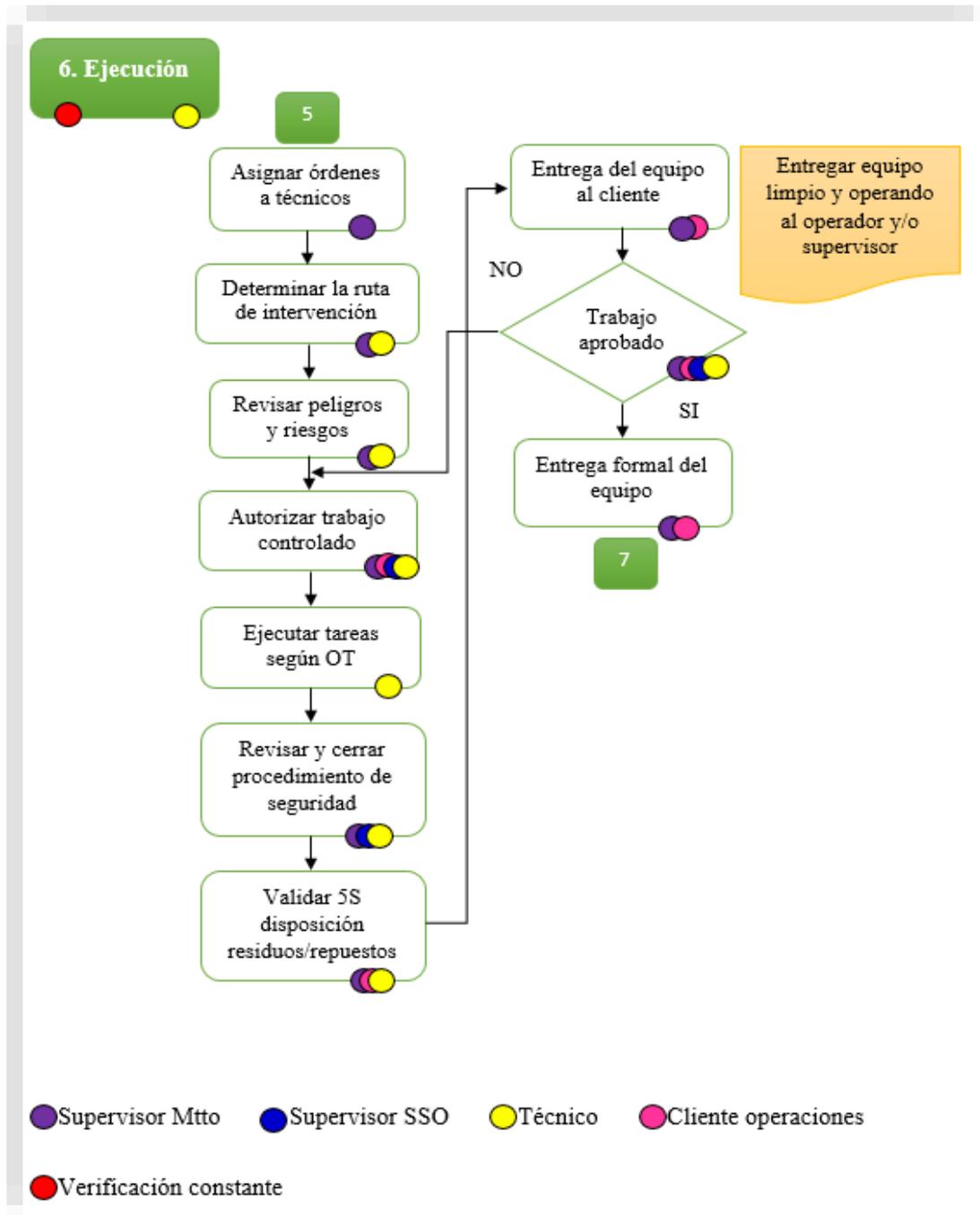


Figura 32: Diagrama de flujo – Ejecución

Fuente: Elaboración Propia

7) Retroalimentación del técnico

Una parte esencial para mejorar el ciclo de planeación y ejecución es la retroalimentación del técnico que puede incluir la especificación del tiempo requerido para realizar la tarea, nuevas condiciones de seguridad, detallar actividades que realizó que no se encuentren en el plan de mantenimiento, corrección del plan de mantenimiento si fuese necesario, reporte de problemas asociados a la tarea que no se encuentren mapeados y especificar qué medidas tomó para solucionarlos, indicar cambio de ubicación de un equipo, actualización o baja de un activo, herramientas o repuestos que no fueron los indicados, y todo aquello que complementa al mapeo de la actividad para próximas ordenes de trabajo.

Procedimiento.

- A. El técnico realiza la entrega formal del equipo una vez aprobada la ejecución.
- B. El técnico por medio de la transacción IW41 reporta las horas-hombre para la ejecución de la tarea asignada, especifica su intervención conjuntamente con sus recomendaciones.
- C. El técnico guarda la transacción generando así su notificación y reporte.

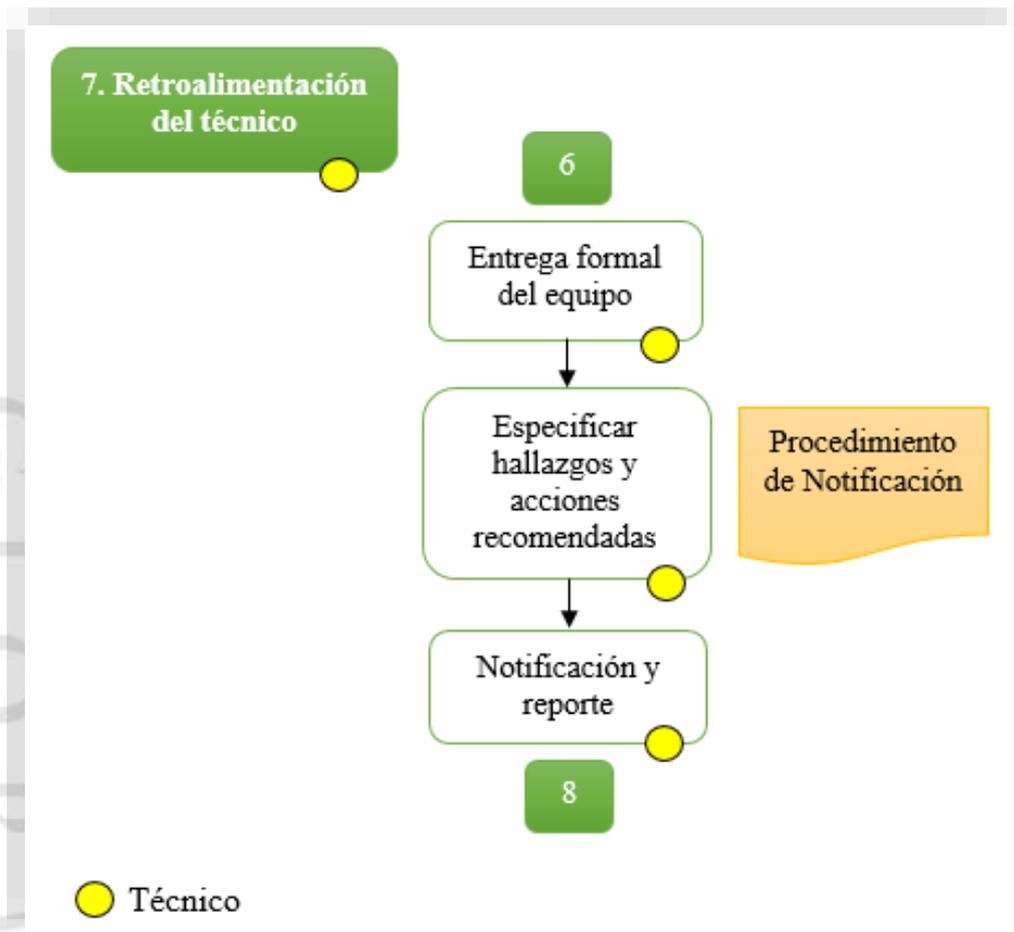


Figura 33: Diagrama de flujo – Retroalimentación del técnico

Fuente: Elaboración Propia

8) Análisis de la retroalimentación

Es importante hacer una revisión de los comentarios recibidos por los técnicos y operadores e identificar el trabajo de seguimiento ya que esta revisión, actúa como disparador de otros procesos de mejora y actualización del plan de mantenimiento.

Es importante remarcar que todas las actividades de mantenimiento son susceptibles de mejorar y que una tarea de mantenimiento que no viene

acompañada de comentarios o hallazgos es una señal de alerta sobre la calidad de la actividad y valdría la pena considerar una revisión.

Procedimiento.

- A. El programador por medio de la transacción IW47 visualiza los reportes realizados por los técnicos un día anterior.
- B. El programador analiza el reporte del técnico, si la retroalimentación no cumple con los requerimientos necesarios, el programador solicita al técnico la mejora de la notificación.
- C. El planeador en base a los comentarios o recomendaciones del técnico identifica que acciones se deben tomar para mejorar la ejecución de tarea.
- D. El planeador registra todos los planes de acción y realiza un cronograma, el cual especifica la actividad a realizar, la fecha de cumplimiento y el responsable. Este plan de acción debe ser controlado a través de un seguimiento de su ejecución.

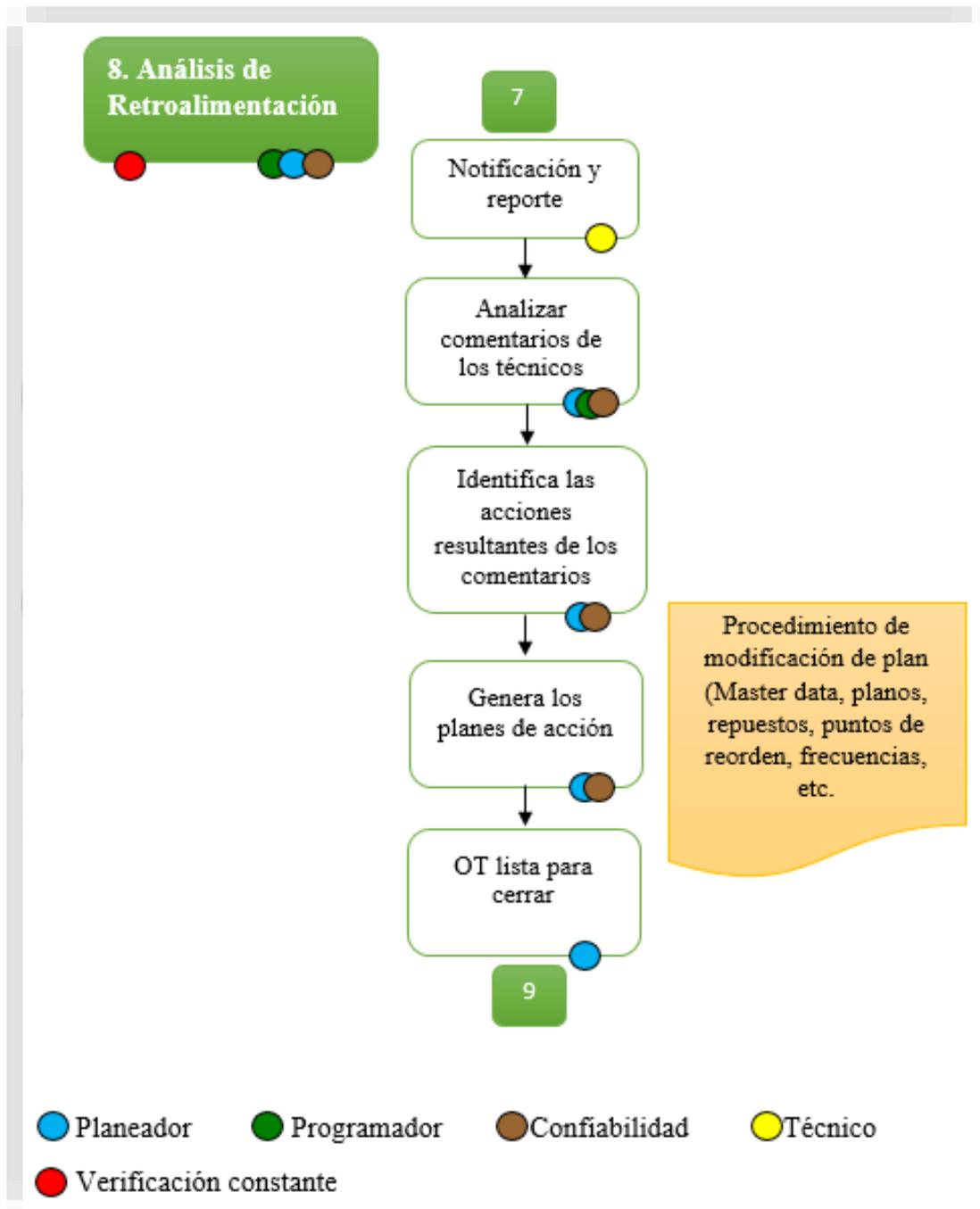


Figura 34: Diagrama de flujo – Análisis de Retroalimentación.

Fuente: Elaboración Propia

9) Captura y cierre.

Una vez ejecutado el trabajo y analizada la información se procede al cierre de la orden de trabajo. La retroalimentación generada formará parte del historial del equipo y se encontrará disponible siempre que se requiera.

Procedimiento

- A. La orden de trabajo se encuentra lista para cerrarse.
- B. El planeador en el sistema SAP ejecuta la transacción IW32 o IW38 que refiere al cierre individual o cierre masivo de las OT.
- C. El planeador archiva la orden impresa en papel.
- D. Fin del proceso.

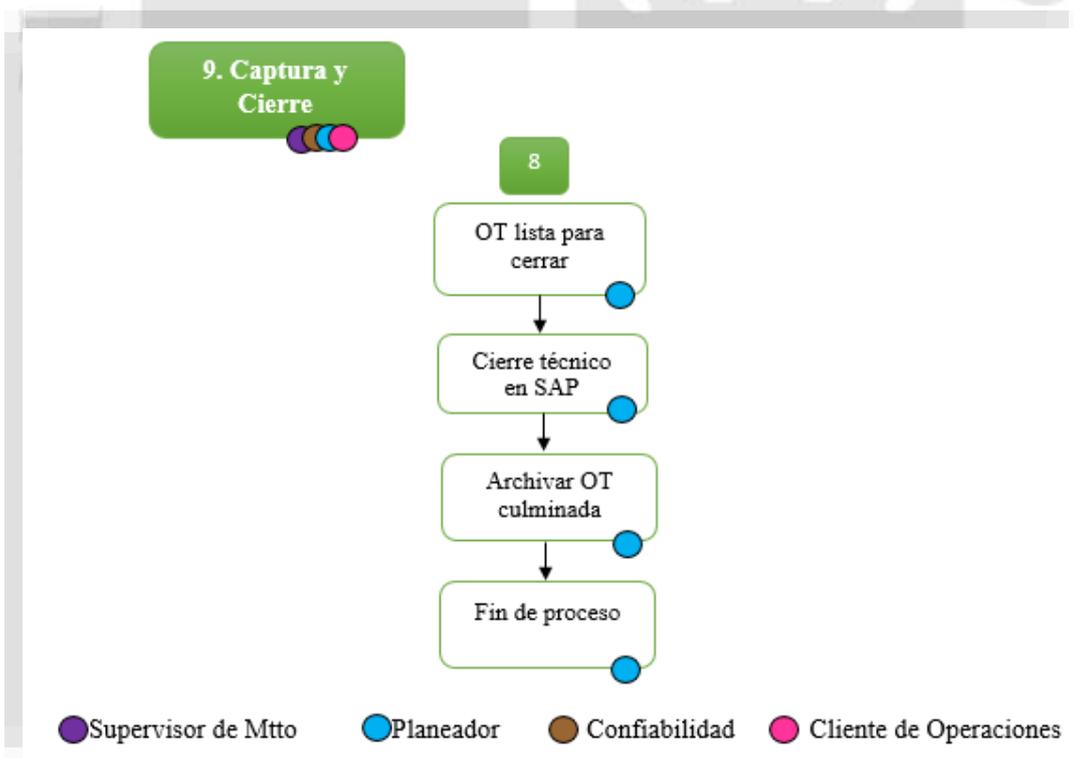


Figura 35: Diagrama de flujo – Captura y cierre

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA

El presente trabajo tiene como objetivo la reducción en los tiempos de parada por continuos mantenimientos correctivos en la línea de producción de bebidas denominada Combi y la obtención de una nueva gestión de planeamiento de los trabajos de mantenimiento que mejoren la confiabilidad de los equipos.

Por lo tanto se procederá a realizar el cálculo del impacto potencial en el factor económico al plantear el siguiente plan de mejora.

- El promedio de botellas producidas por minuto es de 660 botellas por lo que se estima una producción de 39600 botellas por hora.
- El cálculo económico se realiza con un precio promedio por botella de S/1.28 nuevos soles.
- Lo que la compañía deja de producir en un hora es equivale a S/ 50.688.00 nuevos soles, por lo tanto tendremos que en el año 2019 se dejó de vender el equivalente a S/47, 098,444.80 nuevos soles.

Tabla 37: Costo de Oportunidad 2019 Línea Combi

Mes	Horas de Parada	Costo por Parada de Línea (S/)
Enero	78.40	S/3,973,939.20
Febrero	54.08	S/2,741,376.00
Marzo	50.20	S/2,544,537.60
Abril	68.72	S/3,483,110.40
Mayo	90.00	S/4,561,920.00
Junio	50.53	S/2,561,433.60
Julio	51.27	S/2,598,604.80
Agosto	48.37	S/2,451,609.60
Setiembre	61.42	S/3,113,088.00
Octubre	128.22	S/6,499,046.40
Noviembre	122.60	S/6,214,348.80
Diciembre	125.38	S/6,355,430.40
Total		S/47,098,444.80

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo el plan de mejora propone realizar actividades de cuatro intervenciones por mes con una duración de diez horas semanales de disponibilidad de línea. Obteniendo un costo anual de S/24, 330,240.00 nuevos soles.

Tabla 38: Costo por Parada de Línea Propuesta Línea Combi

Mes	Horas de Parada	Costo por Parada de Línea (S/)
Enero	40.00	S/2,027,520.00
Febrero	40.00	S/2,027,520.00
Marzo	40.00	S/2,027,520.00
Abril	40.00	S/2,027,520.00
Mayo	40.00	S/2,027,520.00
Junio	40.00	S/2,027,520.00
Julio	40.00	S/2,027,520.00
Agosto	40.00	S/2,027,520.00
Setiembre	40.00	S/2,027,520.00
Octubre	40.00	S/2,027,520.00
Noviembre	40.00	S/2,027,520.00
Diciembre	40.00	S/2,027,520.00
		S/24,330,240.00

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se observa el cuadro comparativo de ahorro por parada.

Tabla 39: Cuadro comparativo de ahorro por parada Línea Combi

MES	Costo por Parada de Línea (S/)	Costo por Parada de Línea Propuesto (S/)	Ahorro por Parada de Línea S/
Enero	S/3,973,939.20	S/2,027,520.00	S/1,946,419.20
Febrero	S/2,741,376.00	S/2,027,520.00	S/713,856.00
Marzo	S/2,544,537.60	S/2,027,520.00	S/517,017.60
Abril	S/3,483,110.40	S/2,027,520.00	S/1,455,590.40
Mayo	S/4,561,920.00	S/2,027,520.00	S/2,534,400.00
Junio	S/2,561,433.60	S/2,027,520.00	S/533,913.60
Julio	S/2,598,604.80	S/2,027,520.00	S/571,084.80
Agosto	S/2,451,609.60	S/2,027,520.00	S/424,089.60
Setiembre	S/3,113,088.00	S/2,027,520.00	S/1,085,568.00
Octubre	S/6,499,046.40	S/2,027,520.00	S/4,471,526.40
Noviembre	S/6,214,348.80	S/2,027,520.00	S/4,186,828.80
Diciembre	S/6,355,430.40	S/2,027,520.00	S/4,327,910.40
	S/47,098,444.80	S/24,330,240.00	S/22,768,204.80

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene un monto aproximado de S/22, 768,204.80 anuales en base a la estadística del año 2019, que resulta beneficioso a la compañía al aplicar los lineamientos del RCM.

Finalmente de esta manera logramos que el costo por parada de línea se reduzca al anticipar las fallas potenciales, eliminando los tiempos muertos.

CONCLUSIONES

- Primera conclusión, el presente proyecto de mejora tuvo como objetivo principal mejorar la gestión de mantenimiento bajo las bases de la metodología del RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) que contribuye al incremento de la eficiencia de la línea de producción Combi al aumentar la disponibilidad de los equipos.
- Segunda conclusión, sin la adecuada distinción del marco teórico no hubiese sido posible el desarrollo del presente trabajo de una manera óptima.
- Tercera conclusión, dentro del análisis de la situación actual de la empresa obtenemos diversas causas que afectan la disponibilidad de los equipos y horas perdidas no programadas, dentro de la cuales se puntualiza a la falta de una estrategia de mantenimiento, falta de políticas y estrategias para la gestión de los activos, la estructura de los equipos no se encuentra definido, los planes de mantenimiento no son trabajados bajo matrices de criticidad, no existe un control de calidad y se tiene poca evidencia en toma de decisiones basadas en análisis causa raíz.
- Cuarta conclusión, el plan de mejora de la gestión de mantenimiento está comprendido por las siguientes fases: Registro de activos de la línea Combi, análisis de criticidad obteniendo siete equipos críticos (llenadora, sopladora, mixer, termocontraible, etiquetadora, capsuladora, y generador de ozono),

desarrollo de la taxonomía únicamente de los equipos críticos, determinación de criticidad de los componentes de cada equipo, desarrollo de análisis de modos y efectos de falla y el desarrollo del nuevo modelo de planeación de mantenimiento y control de trabajo.

- Quinta conclusión, el plan de mejora de mantenimiento logra que el costo por parada de línea se reduzca en un monto aproximado de S/22, 768,204.80 anuales que resulta beneficiario a la compañía.



RECOMENDACIONES

- Primera recomendación, ejecutar el nuevo modelo de planeación y control establecido.
- Segunda recomendación, a partir del próximo año se recomienda importar los nuevos planes de mantenimiento al sistema SAP, e iniciar los nuevos ciclos de planificación.
- Tercera recomendación, elaborar el procedimiento de trabajo resultante de los nuevos planes de mantenimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benice, D. (1978). *Introducción a las Computadoras y al Proceso de Datos*. Dossat.
- Berenson, M., Levine, D., & Krehbiel, T. (2006). *Estadística para Administración*. Pearson Educación.
- Davis, R. (2017). *Introducción a la Gestión de Activos*. Reino Unido: The Institute of Asset Management.
- Gómez, F. (1998). *Tecnología del Mantenimiento Industrial*. EDITUM.
- Huerta. (2000). *El Análisis de Criticidad, una Metodología para Mejorar la Confiabilidad Operacional*. ISPJAE.
- Layme, R. (2014). *Propuesta de Mejora del Plan de Mantenimiento Basado en el RCM en la línea de Extrusión I*.
- Plaza, A. (2009). *Apuntes Teóricos y Ejercicios de Aplicación de Gestión del Mantenimiento Industrial*. Lulu.
- Prando, N. (1996). *Manual Gestión de Mantenimiento a la Medida*. Guatemala: Piedra Santa.
- Rodríguez, F. (2008). *Gestión del Mantenimiento*.
- Romero, J. (2013). *Análisis de Criticidad y Estudio RCM del Equipo de Máxima Criticidad de una Planta Desmontadora de Algodón*. Sevilla.